美国初中主流理科教材

SCIENCE EXPLORER

科学探索者

运动、力与能量

浙江教育出版社



PEARSON

Prentice Hall

图书在版编目(CIP)数据

科学探索者．运动、力与能量／(美)帕迪利亚(Padilla,M.J.)主编；胡跃明、曹增节译．—2版．—杭州：浙江教育出版社，2010.3（2010.12重印）

ISBN 978-7-5338-8044-6

Ⅰ．①科… Ⅱ．①帕…②胡…③曹… Ⅲ．①物理学－初中－课外读物 Ⅳ．①G634.73

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第032048号



运动、力与能量（第二版）

- 出版发行　浙江教育出版社(杭州市天目山路40号　邮编310013)
- 原 著 名　Science Explorer Motion, Forces, and Energy
- 原 出 版　PRENTICE HALL
- 翻　　译　胡跃明　曹增节
- 责任编辑　周延春
- 封面设计　曾国兴　韩　波
- 责任校对　雷　坚
- 责任印务　温劲风
- 图文制作　杭州万方图书有限公司

- 印　　刷　杭州富春印务有限公司
- 开　　本　710 × 1000　1/16
- 印　　张　14
- 字　　数　220 000
- 版　　次　2010年3月第2版
- 印　　次　2010年12月第15次
- 印　　数　116 501～130 000
- 标准书号　ISBN 978-7-5338-8044-6
- 定　　价　27.00元

联系电话：0571-85170300-80928

e-mail: zjjy@zjcb.com

本书参考答案请上网查阅

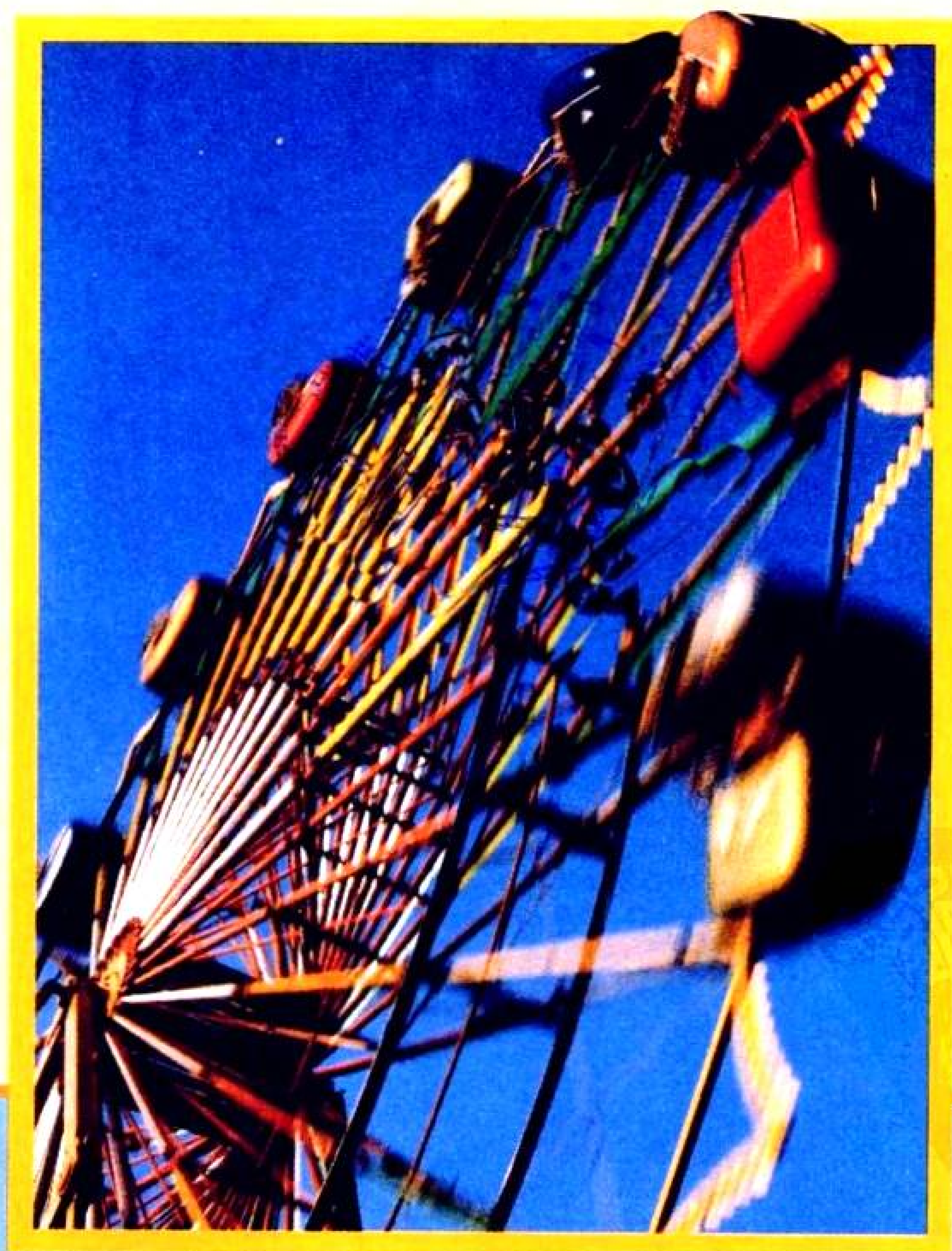
网址：www.zjeph.com

美国初中主流理科教材

SCIENCE EXPLORER

科学探索者

运动、力与能量



浙江教育出版社

科 学
探索者

运动、力与能量

Program Resources

Student Edition
Annotated Teacher's Edition
Teaching Resources Book with Color Transparencies
Motion, Forces, and Energy Materials Kits

Program Components

Integrated Science Laboratory Manual
Integrated Science Laboratory Manual, Teacher's Edition
Inquiry Skills Activity Book
Student-Centered Science Activity Books
Program Planning Guide
Guided Reading English Audiotapes
Guided Reading Spanish Audiotapes and Summaries
Product Testing Activities by Consumer Reports™
Event-Based Science Series (NSF funded)
Prentice Hall Interdisciplinary Explorations
Cobblestone, Odyssey, Calliope, and *Faces* Magazines

Media/Technology

Science Explorer Interactive Student Tutorial CD-ROMs
Odyssey of Discovery CD-ROMs
Resource Pro® (Teaching Resources on CD-ROM)
Assessment Resources CD-ROM with Dial-A-Test®
Internet site at www. science-explorer. phschool. com
Life, Earth, and Physical Science Videodiscs
Life, Earth, and Physical Science Videotapes

科学探索者

从细菌到植物
动物
细胞与遗传
人体生理卫生
环境科学
地球内部
地表的演变
地球上的水
天气与气候
天文学
物质构成
化学反应
运动、力与能量
电与磁
声与光
科学探究
法庭科学

Staff Credits

The people who made up the *Science Explorer* team – representing editorial,editorial services, design services, field marketing, market research, marketing services, on-line services/multimedia development, product marketing, production services, and publishing processes – are listed below. Bold type denotes core team members.

Kristen E. Ball, **Barbara A. Bertell,** Peter W. Brooks, **Christopher R. Brown, Greg Cantone,** Jonathan Cheney, **Patrick Finbarr Connolly,** Loree Franz, Donald P. Gagnon, Jr., **Paul J. Gagnon, Joel Gendler,** Elizabeth Good, Kerri Hoar, **Linda D. Johnson,** Katherine M. Kotik, Russ Lappa, Marilyn Leitao, David Lippman, **Eve Melnechuk, Natania Mlawer,** Paul W. Murphy, **Cindy A. Noftle,** Julia F. Osborne, Caroline M. Power, Suzanne J. Schineller, **Susan W. Tafler,** Kira Thaler-Marbit, Robin L. Santel, Ronald Schachter, **Mark Tricca,** Diane Walsh, Pearl B. Weinstein, Beth Norman Winickoff



封面：游客们在加利福尼亚州的德尔玛集会上乘坐“卡尼弗”游乐车。

ISBN 0-13-434492-8
5 6 7 8 9 10 03 02 01 00

Program Authors



Michael J. Padilla, Ph.D.
Professor
Department of Science Education
University of Georgia
Athens, Georgia

Michael Padilla is a leader in middle school science education. He has served as an editor and elected officer for the National Science Teachers Association. He has been principal investigator of several National Science Foundation and Eisenhower grants and served as a writer of the National Science Education Standards.

As lead author of *Science Explorer*, Mike has inspired the team in developing a program that meets the needs of middle grades students, promotes science inquiry, and is aligned with the National Science Education Standards.



Ioannis Miaoulis, Ph.D.
Dean of Engineering
College of Engineering
Tufts University
Medford, Massachusetts

Martha Cyr, Ph.D.
Director, Engineering
Educational Outreach
College of Engineering
Tufts University
Medford, Massachusetts

Science Explorer was created in collaboration with the College of Engineering at Tufts University. Tufts has an extensive engineering outreach program that uses engineering design and construction to excite and motivate students and teachers in science and technology education.

Faculty from Tufts University participated in the development of *Science Explorer* chapter projects, reviewed the student books for content accuracy, and helped coordinate field testing.

每章课题

Book Author

Peter Kahan
Former Science Teacher
Dwight-Englewood School
Englewood, New Jersey

Contributing Writers

Mark Illingworth
Teacher
Hollis Public Schools
Hollis, New Hampshire

Thomas R. Wellnitz
Science Teacher
The Paideia School
Atlanta, Georgia

Reading Consultant

Bonnie B. Armbruster, Ph.D.
Department of Curriculum and Instruction
University of Illinois
Champaign, Illinois

Interdisciplinary Consultant

Heidi Hayes Jacobs, Ed.D.
Teacher's College
Columbia University
New York, New York

Safety Consultants

W. H. Breazeale, Ph.D.
Department of Chemistry
College of Charleston
Charleston, South Carolina

Ruth Hathaway, Ph.D.
Hathaway Consulting
Cape Girardeau, Missouri

Tufts University Program Reviewers

Behrouz Abedian, Ph.D.
Department of Mechanical Engineering

Wayne Chudyk, Ph.D.
Department of Civil and Environmental Engineering

Eliana De Bernardez-Clark, Ph.D.
Department of Chemical Engineering

Anne Marie Desmarais, Ph.D.
Department of Civil and Environmental Engineering

David L. Kaplan, Ph.D.
Department of Chemical Engineering

Paul Kelley, Ph.D.
Department of Electro-Optics

George S. Mumford, Ph.D.
Professor of Astronomy, Emeritus

Jan A. Pechenik, Ph.D.
Department of Biology

Livia Racz, Ph.D.
Department of Mechanical Engineering

Robert Rifkin, M.D.
School of Medicine

Jack Ridge, Ph.D.
Department of Geology

Chris Swan, Ph.D.
Department of Civil and Environmental Engineering

Peter Y. Wong, Ph.D.
Department of Mechanical Engineering

Content Reviewers

Jack W. Beal, Ph.D.
Department of Physics
Fairfield University
Fairfield, Connecticut

W. Russell Blake, Ph.D.
Planetarium Director
Plymouth Community Intermediate School
Plymouth, Massachusetts

Howard E. Buhse, Jr., Ph.D.
Department of Biological Sciences
University of Illinois
Chicago, Illinois

Dawn Smith Burgess, Ph.D.
Department of Geophysics
Stanford University
Stanford, California

A. Malcolm Campbell, Ph.D.
Assistant Professor
Davidson College
Davidson, North Carolina

Elizabeth A. De Stasio, Ph.D.
Associate Professor of Biology
Lawrence University
Appleton, Wisconsin

John M. Fowler, Ph.D.
Former Director of Special Projects
National Science Teacher's Association
Arlington, Virginia

Jonathan Gitlin, M.D.
School of Medicine
Washington University
St. Louis, Missouri

Dawn Graff-Haight, Ph.D., CHES
Department of Health, Human Performance, and Athletics
Linfield College
McMinnville, Oregon

Deborah L. Gumucio, Ph.D.
Associate Professor
Department of Anatomy and Cell Biology
University of Michigan
Ann Arbor, Michigan

William S. Harwood, Ph.D.
Dean of University Division and Associate Professor of Education
Indiana University
Bloomington, Indiana

Cyndy Henzel, Ph.D.
Department of Geography and Regional Development
University of Arizona
Tucson, Arizona

Greg Hutton
Science and Health Curriculum Coordinator
School Board of Sarasota County
Sarasota, Florida

Susan K. Jacobson, Ph.D.
Department of Wildlife Ecology and Conservation
University of Florida
Gainesville, Florida

Judy Jernstedt, Ph.D.
Department of Agronomy and Range Science
University of California, Davis
Davis, California

John L. Kermond, Ph.D.
Office of Global Programs
National Oceanographic and Atmospheric Administration
Silver Spring, Maryland

David E. LaHart, Ph.D.
Institute of Science and Public Affairs
Florida State University
Tallahassee, Florida

Joe Leverich, Ph.D.
Department of Biology
St. Louis University
St. Louis, Missouri

Dennis K. Lieu, Ph.D.
Department of Mechanical Engineering
University of California
Berkeley, California

Cynthia J. Moore, Ph.D.
Science Outreach Coordinator
Washington University
St. Louis, Missouri

Joseph M. Moran, Ph.D.
Department of Earth Science
University of Wisconsin–Green Bay
Green Bay, Wisconsin

Joseph Stukey, Ph.D.
Department of Biology
Hope College
Holland, Michigan

Seetha Subramanian
Lexington Community College
University of Kentucky
Lexington, Kentucky

Carl L. Thurman, Ph.D.
Department of Biology
University of Northern Iowa
Cedar Falls, Iowa

Edward D. Walton, Ph.D.
Department of Chemistry
California State Polytechnic University
Pomona, California

Robert S. Young, Ph.D.
Department of Geosciences and Natural Resource Management
Western Carolina University
Cullowhee, North Carolina

Edward J. Zalisko, Ph.D.
Department of Biology
Blackburn College
Carlinville, Illinois

Teacher Reviewers

Stephanie Anderson
Sierra Vista Junior High School
Canyon Country, California

John W. Anson
Mesa Intermediate School
Palmdale, California

Pamela Arline
Lake Taylor Middle School
Norfolk, Virginia

Lynn Beason
College Station Jr. High School
College Station, Texas

Richard Bothmer
Hollis School District
Hollis, New Hampshire

Jeffrey C. Callister
Newburgh Free Academy
Newburgh, New York

Judy D'Albert
Harvard Day School
Corona Del Mar, California

Betty Scott Dean
Guilford County Schools
McLeansville, North Carolina

Sarah C. Duff
Baltimore City Public Schools
Baltimore, Maryland

Melody Law Ewey
Holmes Junior High School
Davis, California

Sherry L. Fisher
Lake Zurich Middle School North
Lake Zurich, Illinois

Melissa Gibbons
Fort Worth ISD
Fort Worth, Texas

Debra J. Goodding
Kraemer Middle School
Placentia, California

Jack Grande
Weber Middle School
Port Washington, New York

Steve Hills
Riverside Middle School
Grand Rapids, Michigan

Carol Ann Lionello
Kraemer Middle School
Placentia, California

Jaime A. Morales
Henry T. Gage Middle School
Huntington Park, California

Patsy Partin
Cameron Middle School
Nashville, Tennessee

Deedra H. Robinson
Newport News Public Schools
Newport News, Virginia

Bonnie Scott
Clack Middle School
Abilene, Texas

Charles M. Sears
Belzer Middle School
Indianapolis, Indiana

Barbara M. Strange
Ferndale Middle School
High Point, North Carolina

Jackie Louise Ulfig
Ford Middle School
Allen, Texas

Kathy Usina
Belzer Middle School
Indianapolis, Indiana

Heidi M. von Oetinger
L'Anse Creuse Public School
Harrison Township, Michigan

Pam Watson
Hill Country Middle School
Austin, Texas

Activity Field Testers

Nicki Bibbo
Russell Street School
Littleton, Massachusetts

Connie Boone
Fletcher Middle School
Jacksonville Beach, Florida

Rose-Marie Botting
Broward County School District
Fort Lauderdale, Florida

Colleen Campos
Laredo Middle School
Aurora, Colorado

Elizabeth Chait
W. L. Chenery Middle School
Belmont, Massachusetts

Holly Estes
Hale Middle School
Stow, Massachusetts

Laura Hapgood
Plymouth Community Intermediate School
Plymouth, Massachusetts

Sandra M. Harris
Winman Junior High School
Warwick, Rhode Island

Jason Ho
Walter Reed Middle School
Los Angeles, California

Joanne Jackson
Winman Junior High School
Warwick, Rhode Island

Mary F. Lavin
Plymouth Community Intermediate School
Plymouth, Massachusetts

James MacNeil, Ph.D.
Concord Public Schools
Concord, Massachusetts

Lauren Magruder
St. Michael's Country Day School
Newport, Rhode Island

Jeanne Maurand
Glen Urquhart School
Beverly Farms, Massachusetts

Warren Phillips
Plymouth Community Intermediate School
Plymouth, Massachusetts

Carol Pirtle
Hale Middle School
Stow, Massachusetts

Kathleen M. Poe
Kirby-Smith Middle School
Jacksonville, Florida

Cynthia B. Pope
Ruffner Middle School
Norfolk, Virginia

Anne Scammell
Geneva Middle School
Geneva, New York

Karen Riley Sievers
Callanan Middle School
Des Moines, Iowa

David M. Smith
Howard A. Eyer Middle School
Macungie, Pennsylvania

Derek Strohschneider
Plymouth Community Intermediate School
Plymouth, Massachusetts

Sallie Teames
Rosemont Middle School
Fort Worth, Texas

Gene Vitale
Parkland Middle School
McHenry, Illinois

Zenovia Young
Meyer Levin Junior High School (IS 285)
Brooklyn, New York

目录











活动

学科探索

每章课题

（贯穿整章的探索活动）



探索活动

（课前的思考与探索）

增进技能

（专业技能训练）

试一试

（基本概念的巩固与强化）



技能实验室

（探索技能强化）



生活实验室

(科学知识的应用)



探索

(科学概念的形象化)

跨学科探索

数学工具箱

科学与历史

科学与社会

链 接



探索自然界的奥秘



奥安尼斯·米奥利斯，科学家、工程师。他出生于希腊雅典，后在美国学习工程学，并获得了马萨诸塞州技术学院工程学硕士学位。他还在马萨诸塞州图福特斯大学取得了经济学的硕士学位及机械工程学的博士学位，并在那里担任工程学院院长。现在，他是波士顿科学博物馆的馆长。



“这是一个生物机械实验室，”奥安尼斯·米奥利斯教授介绍说，“我们研究的是动植物如何利用能源以及运动、力学的原理。”说着，奥安尼斯·米奥利斯教授走到一处建在两块玻璃之间的土制地道前。地道的顶部安有一根吹气管。

“这是北美草原犬鼠洞穴的横截面示意图。洞穴有两个出口，一个是平的，而另一个则有隆起的圆形土堆。生物学家不是很清楚其中的原因。他们猜测，草原犬鼠把其中的一个洞口堆成土包状，是为了建一处视野开阔的瞭望台。但是，如果这一假设成立的话，它又为什么不在两个洞口都堆上土包呢？那样不就有两个瞭望台了吗？”

米奥利斯教授和他的学生正在探寻可能的原因。吹过平坦表面的风，运动速度比较小，因为它不像吹过隆起的表面时那样要经过更长的距离。“空气运动的速度较小，就意味着该处气压较高，”米奥利斯教授指着平坦的洞口说，“吹过堆有土包的洞口的风速相对大一些，因此那儿的气压相对较低。两个洞口形状的不同决定了洞穴中空气的流动方向，即：风从平坦的洞口吹入，从隆起的洞口吹出。这就是草原犬鼠的空调系统。”

与奥安尼斯・米奥利斯一席谈

问 *你是怎样走上科学道路的？*

答 我在希腊雅典长大。雅典交通拥挤，污染严重，但是我们的学校却坐落在森林中。因此，我的户外活动很丰富，并由此爱上了大自然。我经常挖开蚂蚁的巢穴看个究竟，也常常四处寻找海龟下蛋的地方。

夏天，我就住在海边。那时候，我每天都去钓鱼、潜水。我对附近海底的每一块岩石都十分熟悉。尽管当时我还不知道科学家是干什么的，但是我已经开始观察、思考，因为我想捕到更多的鱼。比如，我会想：如果水是朝这个方向流的，那鱼儿喜欢在什么地方逗留呢？通过观察水流的方式，我就能猜出鱼儿在哪里安家、怎样安家、为什么在那儿安家。长大后，我还是喜欢海边生活，部分原因是我想捕鱼，你知道钓鱼是我的嗜好。不过现在我只是在观察鱼类，以便了解它们的习性。对大自然，我总是这样好奇。

问 *工程学跟科学有什么区别？*

答 你知道，我过去总喜欢动手做点什么。有时把东西拆开，看看它们的工作原理；有时则做一个小玩意儿，并让它工作起来。我发现学习的乐趣，在于它让我懂得了科学，然后可以运用科学知识来做事情。我设法发现动物的一些原本一直不为人知的特性的情况，然后用获得的信息设计出对人们生活有益的东西。



美国西部草原上的一只犬鼠正在进食。

草原犬鼠的空调系统

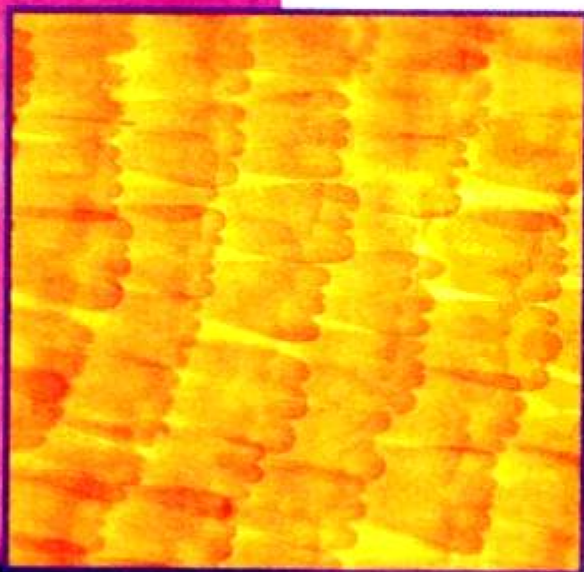


科学家将蝴蝶的翅膀放在强光下仔细研究，以弄清楚它们是如何均匀地吸收热量的。

问 *在工程设计时，你曾用过来自大自然的东西吗？*

答 有这样一个例子。我曾一度对计算机芯片的热传递产生兴趣。芯片是由厚度只有头发直径百分之一的薄层制成的。在制造芯片的过程中，有时芯片会因为散热不均而碎裂。我想知道是否有某种生物已经解决了这个难题——通过薄膜来控制热量的吸收与反射。于是我开始寻找那些整天沐浴在阳光下的动物，或者依赖太阳光的热能来生活的动物和昆虫。

如果触摸一下蝴蝶，你的指头会沾上一种粉末。小时候，我经常抓蝴蝶玩，但那时并不知道那粉末是什么东西。如果把粉末切开，你会发现其中有许多薄层，这些薄层就相当于小型的太阳能集热板。通过调整翅膀上的这些薄层对准太阳的角度，蝴蝶能够改变摄入热量的多少，从而使整个翅膀受热均匀。我们想从蝴蝶翅膀上



这是在显微镜下看到的蝴蝶翅膀，你可以看到翅膀上有很多重叠的、能吸收太阳能的薄层。

为什么槭树的种子长成这个样子？

一旦有风，槭树的种子就会从枝头飘落。

由于长得像翅膀，种子从树上脱落时，盘旋飘落，缓缓而下。要是有风，种子可以飘到离母树很远的地方。

种子落在远离母树的地方更有利于它的生长。

每年5月到初秋这段时间是槭树种子成熟的季节。

这些薄层的摄热现象中找到制造导热均匀的计算机芯片的方法。

问 *你是怎么想到那些问题的？*

答 这也说不准，有时是在观察事物之后忽然想到了某个问题。对酷似翅膀的槭树种子在空中优美的“舞姿”，你或许根本就没在意过。但要是你开始观察自然、欣赏自然，那你就会想弄清楚大自然中的一些现象，问题也就出来了。为什么大自然给予槭树像翅膀一样的种子呢？我善于把小时候对大自然的热爱与我学到的科学、工程学方面的知识结合起来。

阅读DIY



米奥利斯教授能仔细地观察动植物，然后对自己提出各种各样的问题。你是不是也有一双善于发现问题的眼睛呢？思考一下在你周围经常能观察到的动物，如宠物、昆虫和鸟儿等，然后就它们的活动方式、运动速度等方面提出一些问题。例如，为什么青蛙在前进中总是跳一下、停一下？画一张表格，记录你探究过程中的步骤及数据。

第一章 运 动

主要内容

SECTION 1 运动的描述与测量

探索 看谁走得快、走得远
试一试 日出、日落
技能实验室 沿斜面滚动

SECTION 2 与地球科学的综合 地球上的缓慢运动

探索 如何使盘子上的蜂蜜流得慢一些
增进技能 预测
生活实验室 测量反应速率

SECTION 3 加速度

探索 能快一点吗

课题

1

比较物体运动的速率

想像一下，经过数千千米的长途跋涉，你来到南美的热带雨林旅行。突然，一大群红蓝相间的鹦鹉从雨林中飞了出来，拍打着翅膀，栖息在你前面的榛树上。它们欢叫着，用坚硬锋利的嘴啄开坚果，攫取其中的果仁。几分钟后，它们又拍拍翅膀，转眼之间消失得无影无踪。鹦鹉啄坚果、拍翅、在森林中飞行，这些都是运动的例子。

在这一章里，你将会学习如何描述与测量运动，寻找物体运动的实例，并描述出不同运动的差别，同时，你还将测量一些物体运动的速率。

课题目标 确定一些运动的物体，测量它们的速率，并按照运动的快慢，将它们从慢到快依次排列。

要完成这个课题，你必须:

- 仔细测量路程与时间;
- 用你获得的数据来计算每个实例的速率;
- 把有关数据、图和计算过程记录在卡片上;
- 遵守附录中的安全守则。

课题准备 与你的同学们进行集体讨论，找出几个运动的例子。比如，可以考虑羽毛降落时的速率、你的伙伴骑自行车的速率或钟表分针的运动速率。在这些例子中，哪些容易测量？哪一个较难把握?

检查进度

在学习这一章知识的同时，进行这个课题的研究。为了按时完成课题，请在以下各阶段检查进度。

第一节复习，第 25 页，编制数据表。

第三节复习，第 38 页，反复测量、计算。

总结 在这一章的最后(第 41 页)，你要把获得的课题结果与其他同学作些比较。

这些红蓝相间的金刚鹦鹉生活在秘鲁境内的亚马孙河盆地。

SECTION 1

运动的描述与测量

探 索 **活 动**



看谁走得快、走得远

1. 用正常的步伐走5米，看看你花了多长时间。
2. 仍用正常的步伐走5秒，看看能走多远，并记录你走的路程。
3. 比正常步伐走得慢一些，测出走5米花的时间、走5秒的路程；然后，比正常步伐走得快一些，测出走5米花的时间、走5秒的路程。

思考

推论 你走的路程、时间与速率之间有什么关系？

阅读指南

- 如何判断一个物体是否在运动？
- 如何测量物体的速率与速度？

阅读提示 在学习本节之前，先把每一部分的标题改成问句，然后在学习过程中找出答案。

4点钟，放学的时间到了!你冲出教室，融入下午灿烂的阳光中。阳光普照，几片云朵懒洋洋地在天上飘着，整个丛林色彩斑斓。两只小鸟从你头顶飞过，一群欢快的小松鼠在树枝上蹦跶嬉闹。你和小伙伴们踢了一会儿球就回家了。

在这样的一个下午，有没有什么东西触动你呢？你的周围充斥着各种各样的运动事例：刮风、漂流、飞翔、追逐。有些是简单的运动，有些是复杂的运动；有的只持

▼ 灰松鼠







图 1-1 判断一个物体是否在运动，取决于你所选择的参照物。
对比 *如果以电梯为参照物，图中哪些人在运动？要是以地球为参照物呢？*

续很短的一段时间，有的则贯穿整个下午。此外还可以怎样来描述这些运动形式呢？这些物体是如何运动的？为什么如此运动？其中大有奥妙。在这一节中，你将学习科学家是如何描述与测量运动的。

认识运动

判断一个物体是否在运动，并不是一件容易的事。比如，你现在正坐着读这本书，你在运动吗？虽然你的眼睛在眨，你的胸部随着呼吸起伏，但你可以说，你（以及这本书）并没有运动。所谓物体的**运动(motion)**，是指这物体相对于另一物体的位置发生了变化。由于你和这本书的位置并没有改变，你的结论会是，你和书都没有在运动。

尽管你坐着没动，事实上你又确实以每秒 30 千米的速率在运动。你在运动，是因为你处于地球这颗行星之上，而地球正在围绕着太阳运动。地球运行的速率是每秒30千米，因此，你和地球上的一切物体，都以这样的速率在运行。以这样的速率，大约 2 分钟内，你就可以从纽约到达洛杉矶。





图 1-2 事实上图中所示的哈勃太空望远镜和宇航员都在太空中飞速运动。然而相对哈勃太空望远镜而言，宇航员是静止不动的，也正因为如此，宇航员才能完成必要的维修工作。

一个物体是否在运动，并不在于它看上去如何。如果相对于桌子下的地板而言，你会觉得桌子上的书并没有运动。但是，如果将书与太阳作一个比较，那么这些书就是在飞速地运动着。地球和太阳是不同的**参照物(reference point)**，**参照物是用来确定某个物体是否运动的物体**。假如一个物体与参照物的相对位置发生了变化，那么，它就是运动的。参照物是事先假定为不动或静止的物体。

如果你曾经坐过缓慢行驶的列车，你就知道，除非你向窗外看，否则你根本不知道列车是否在行进。这时，铁路附近的房子就是一个很好的参照物，瞥一眼，就知道列车是否已经开动。仔细选择参照物是十分重要的。你一定有过这样的经历，你坐的车正好与别的车并排停着，忽然，你感觉你坐的车正在向后退，但当你向另一边窗口看时，又发现你坐的车根本没动。准确地说，是你边上的那辆车向前开去了。你感觉自己的车似乎向后退，是因为你将另一辆车作了参照物，而你习惯上又假定参照物是静止的。可是，事实上，你的参照物——另一辆车正在运动。

·试 一 试·

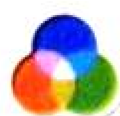
日出、日落 活动

地球绕着太阳转，但是看起来是太阳在动，为什么会这样呢？

1. 选择一块场地，以便可以整天观察天空。
2. 在场地中同一地点，一天中观察太阳6～8次。
   注意：不要直接对着太阳看。
   描述太阳与你周围的物体，比如树、房子之间发生的位置变化。
3. 将太阳一天中的位置变化绘成一张图。

观察 你在研究太阳时可以利用哪些参照物？相对这些参照物，太阳在运动吗？事实上，它确实在运动吗？

描述位移



与数学的综合 为了进一步描述运动，你需要使用一些度量单位。不知你是否意识到，任何时候你都在使用测量单位，或标准量。比如，你一天要喝2杯牛奶，下午放学后游泳100米，在商店

买500毫升果汁，等等。这里的杯、米和毫升都是单位。

全世界的科学家用的是共同的单位制，所以他们之间能够方便地进行信息沟通。这个单位制称为**国际单位制(International System of Units)**。在法国也称之为SI。SI系统采用10进制，这样计算起来相对简单些。

国际单位制长度的基本单位是**米(meter)**，图中的埃菲尔铁塔就是用米来度量的。在度量长度小于一米的物体时，科学家们使用厘米单位，它是米的1%，或者说，100厘米就是1米。图中那只漂亮的蝴蝶就是用厘米来度量的。对那些长度更小的物体，就用毫米来表示。1 000毫米为1米。在国际单位制中，大的物体或者长的距离用千米来表示。1 000米为1千米。

国际单位制中除了长度单位外，还有其他单位。在本书第204页技能手册中你可以学到更多的关于国际单位制方面的知识。

☑ ***想一想*** ***测量拇指宽度最合适的单位是什么？***

数学工具箱

单位换算

米制单位间可以利用换算因子来进行转换。换算因子即是一个分数，其分子与分母分别用不同的单位来表示相同的数量。你可以将你想要换算的数乘以换算因子，以得到换算结果。

假设你想知道14.5米相当于多少毫米。由于1 000毫米等于1米，因此换算因子为

$$\frac{1\,000\text{毫米}}{1\text{米}}$$

用这个换算因子乘以14.5米，即为你想要知道的结果。

$$14.5\text{米} \times \frac{1\,000\text{毫米}}{1\text{米}}$$
$$= 14.5 \times 1\,000$$
$$= 14\,500\text{毫米}$$

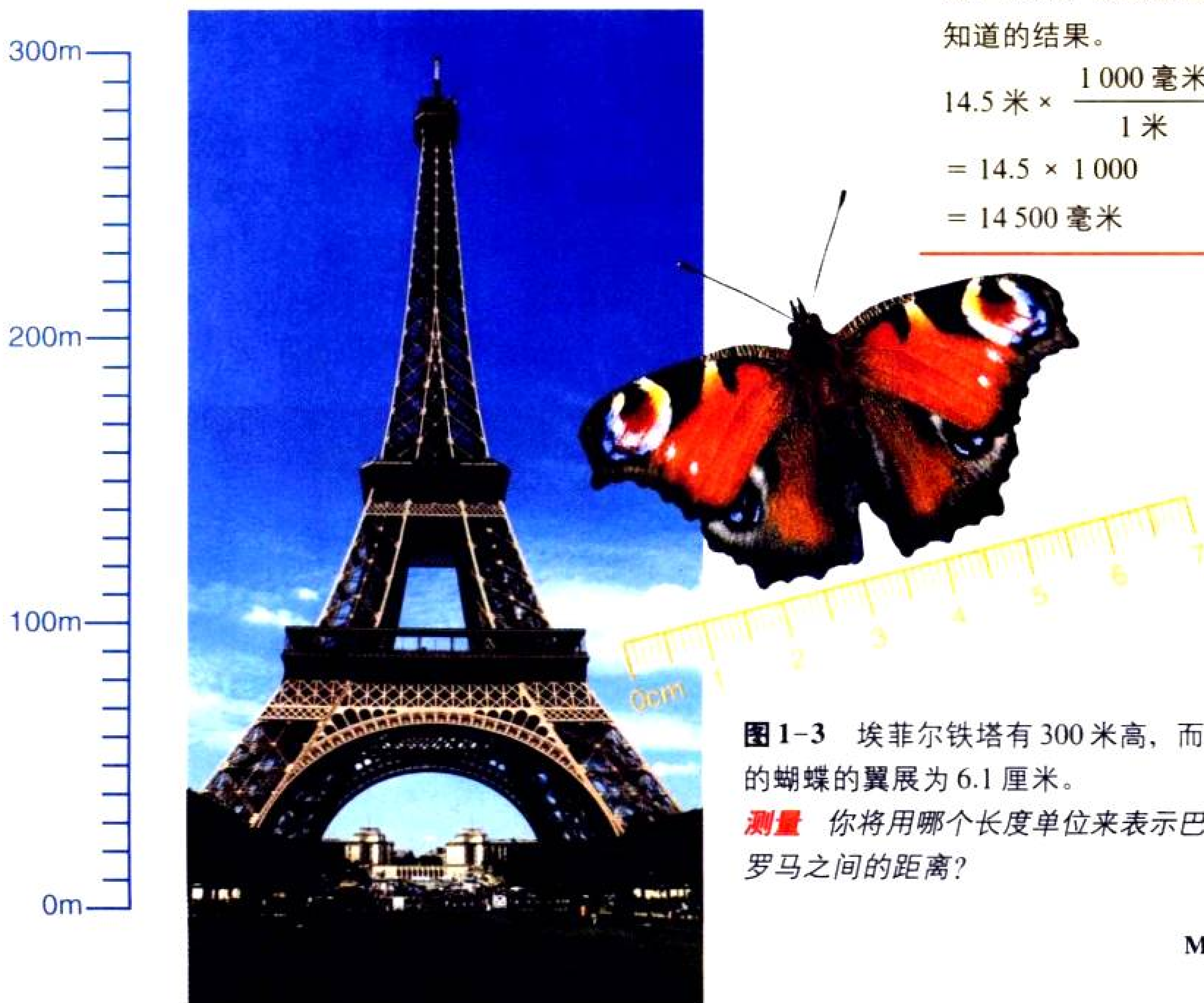


图1-3 埃菲尔铁塔有300米高，而图中的蝴蝶的翼展为6.1厘米。
测量 *你将用哪个长度单位来表示巴黎与罗马之间的距离？*

社会研究

链接

速率改变了城市的模样。因为人们希望通行快捷，他们就拥挤在主要的交通干道如高速公路和铁路沿线。因而城市看起来就像是一个轮毂，城市的中心就像是毂，道路就是轮辐。

阅读 DIY



如果从家到工作地点超过一小时的路程，人们就不太愿意了。下表表示的是一座城市的交通线路状况。

线 路	平均速率
高速 1	75 千米 / 时
高速 2	55 千米 / 时
蓝色铁路	60 千米 / 时
红色铁路	75 千米 / 时
主要街道	35 千米 / 时

沿着两条主干道，你会发现这里的人们住得离市中心较远。为什么？画一张你心目中的城市形状图。

计算速率

科学家们利用SI单位来描述一个物体的运动路程。比如，一辆汽车开了90千米，一只蚂蚁爬了2厘米。假如你知道一个物体在一个确定的单位时间内运动的路程，你就可以知道这个物体的运动速率。更准确地说，一个物体的**速率(speed)**是该物体在单位时间内运动的路程。速率是路程与时间的比值，它告诉你某一物体在单位时间内所发生的位移。

物体的速率是这样计算的，用该物体运动的路程除以所花的时间，其关系可以用下式来表示：

$$速率=\frac{路程}{时间}$$

如果路程的单位是米，时间单位用秒，那么速率单位就是米每秒，写成米/秒，其中的“/”代表“每”。如果路程单位用千米，时间单位用小时，那么速率单位就是千米每小时，写成千米/时。

如果一辆汽车1小时行驶了90千米，那么汽车的速率就是90千米/时。一只蚂蚁用1秒爬行了2厘米，那么它的速率就是2厘米/秒，它的速率远比汽车要小。

匀速运动 一艘船在大洋上航行，它可能会连续几个小时以同样的速率前进。一匹马在草地上慢跑，几分钟内它也会保持同样的速率。这时船和马的运动称为匀速运动。若一个物体处于匀速运动状态，那么，在进行这种运动的全部时间内它的速率是不变的。



图1-4 这匹马正在匀速奔跑。
问题 要计算马的速率，你需要知道哪些信息？



图 1-5 在环法自行车赛中，运动员的速率并不是不变的。

对比 *平均速率与匀速运动的速率有什么区别?*

假如你知道一个物体在一定的时间内匀速运动的路程, 你就可以利用公式计算出它的速率。如: 假设图中的马匀速奔跑，3 秒跑了 21 米。用路程（21 米）除以时间（3 秒），得到马的速率。

$$速率 = \frac{21\ 米}{3\ 秒} = 7\ 米/秒$$

即，马的速率是 7 米/秒。

平均速率 多数物体不是长时间保持匀速运动的。比如图1-5中自行车选手在整个比赛中会不断地改变他们的速率，在平坦的路面上较轻快，在上陡坡时行进较慢，在下坡时风驰电掣。偶尔，他们也会停下来稍作休息。

与前面描述马的运动不同, 你不能用某一速率来表示这些自行车选手在比赛中的速率。但你可以算出一个自行车选手在整个比赛中的平均速率。平均速率是总路程除以总时间。

假设某一位自行车选手在比赛开始的2小时中骑了 32 千米，并在随后 1 小时里骑了 13 千米。这位自行车选手在整个过程中的平均速率是总路程除以总时间。

$$总路程 = 32\ 千米 + 13\ 千米 = 45\ 千米$$

$$总时间 = 2\ 时 + 1\ 时 = 3\ 时$$

$$平均速率 = \frac{45\ 千米}{3\ 时} = 15\ 千米/时$$

即，这位自行车选手骑车的平均速率是 15 千米/时。

☑ **想一想** ***如何计算平均速率?***

速度的描述

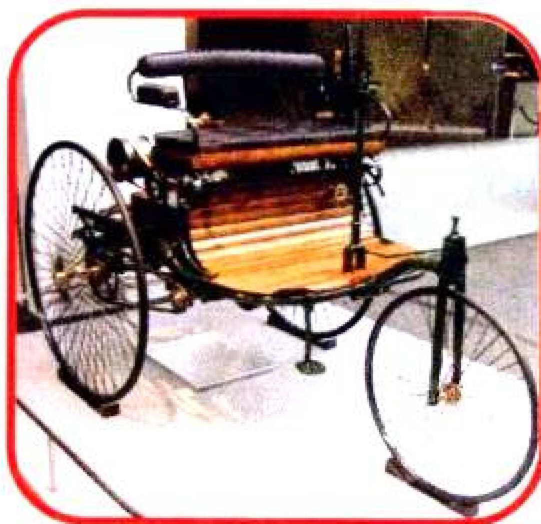
知道速率，在某些时候并不意味着告诉了你有关运动的一切。比如，天气预报员说，一场飓风正在以每小时25千米的速率运动，你该为此做准备吗？在美国，飓风通常是自西向东运动的。如果你处于飓风的西面，而它又是向东运动的，你就不必担心。如果飓风正在向西运动，情况就不同了。

重要的是，不仅要知道飓风的运动速率，而且要知道它的运动方向。**知道了物体运动的速率，又知道它的**

科学与历史

交通工具的速率

利用交通工具，可方便地使人们从一个地方到达另一个地方。在过去的岁月里，交通工具的行驶速率已经有了很大的提高。



1885年
奔驰三轮汽车问世

这辆式样古怪的汽车是世界上第一辆公开销售的内燃机汽车。尽管它是现代汽车的祖师爷，但它的最大速率只有15千米/时，比马车快不了多少。

1800年　　1850年

1818年
美国国家公路建成

交通工具的速率受到道路情况的极大制约。为改善这一情况，美国政府出资修建了名为“坎伯兰”的公路。它从坎伯兰经马里兰和惠灵，一直到西弗吉尼亚。这条公路建成后，骑马或乘四轮马车的最大速率能达到11千米/时。

1869年
横贯美国大陆的铁路建成

经过六年半的建设，从美国大陆两端迎头修建的铁路在犹他州的大盐湖北部合拢，从此人们能乘坐蒸汽列车穿越美国了。横穿美国大陆的旅行也仅需大约一周的时间，火车的平均行驶速率达到了30千米/时。

运动方向，你就知道了这个物体的速度。

一个给定方向的速率称为**速度(velocity)**。如果你知道一个物体的速度，你也就知道了关于这个物体运动的速率和方向。天气预报员说的25千米/时是指飓风运动的速率，只有在你知道飓风运动方向时，才能说你已经知道了它运动的速度。

飞机航线管理员必须随时了解在他们控制下的所有飞机的速度。这些飞机的速度远比飓风的速度变化大。对速度误判，不管是大小或是方向，都容易引起飞机相撞。

阅读 DIY

西弗吉尼亚州的惠灵与马里兰州坎伯兰之间的距离是258千米，下面这些交通工具驶完全程分别需要多少小时？用柱形图把你的计算结果表示出来。

1908 年

福特T型车批量生产

在1908～1927年间，福特卖出的此款汽车超过15 000 000辆。T型车的最大时速达65千米。



1956 年

美国州际高速公路系统交付使用

联邦支持高速公路法案通过，高速公路信托基金获准建立。这一法案允许建设州际和国防高速公路，使得在美国全国范围内乘汽车不停顿旅行成为可能。在这一公路系统中，许多地区的汽车最大限速大于100千米/时。

1900 年 1950 年 2000 年

1934 年

先驱西风号问世

先驱西风号是美国历史上第一辆柴油列车，它创造了一项远距离行驶的记录。从芝加哥到丹佛行驶总路程超过1 600千米，平均速率达125千米/时。

1983 年

高速列车开始投入运营

第一列高速列车于1983年在法国问世，这列高速列车的最大速率目前已达300千米/时。在巴黎到里昂之间的线路上，列车的平均速率为152.6千米/时。



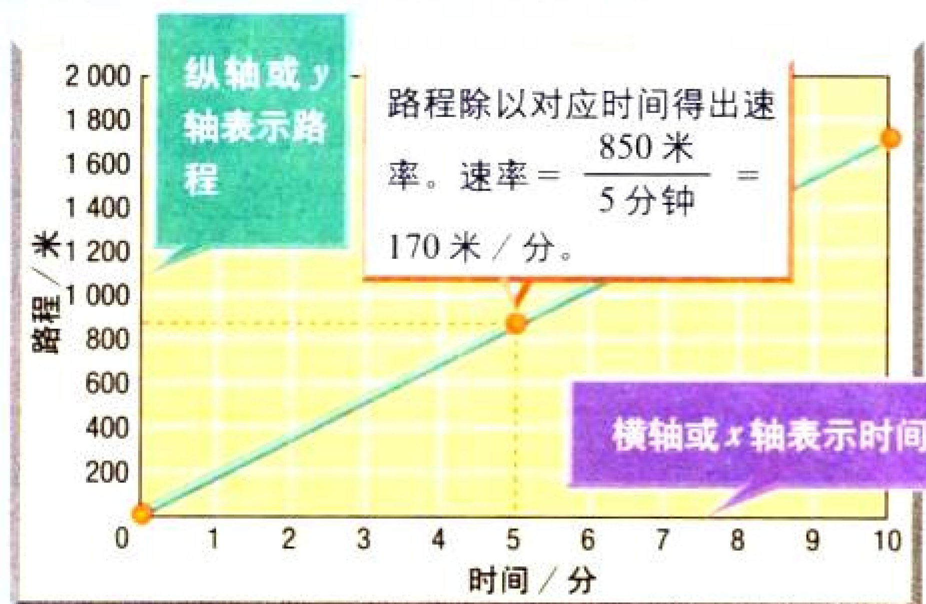
探 索 运动图象

利用运动图象可以分析路程随时间的变化情况。

第一天

热情高涨地开始锻炼

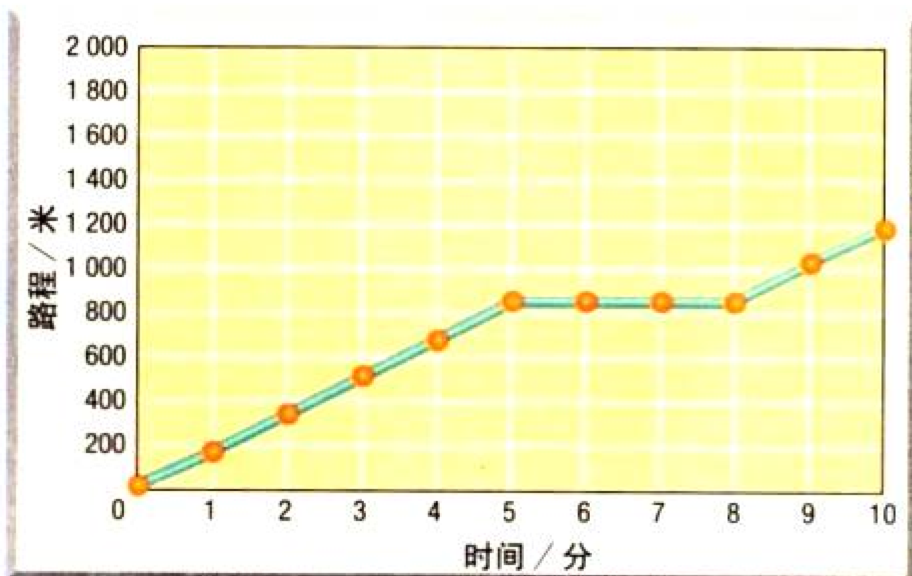
慢跑者以170米／分的速率匀速跑步。在图象上匀速运动可用一条斜线表示，斜线上的每一点的速率值都是相同的。通过这一图象，你可以分析慢跑者的运动，比如：10分钟能跑1 700米，跑680米需要花4分钟。



第二天

休息了一会儿

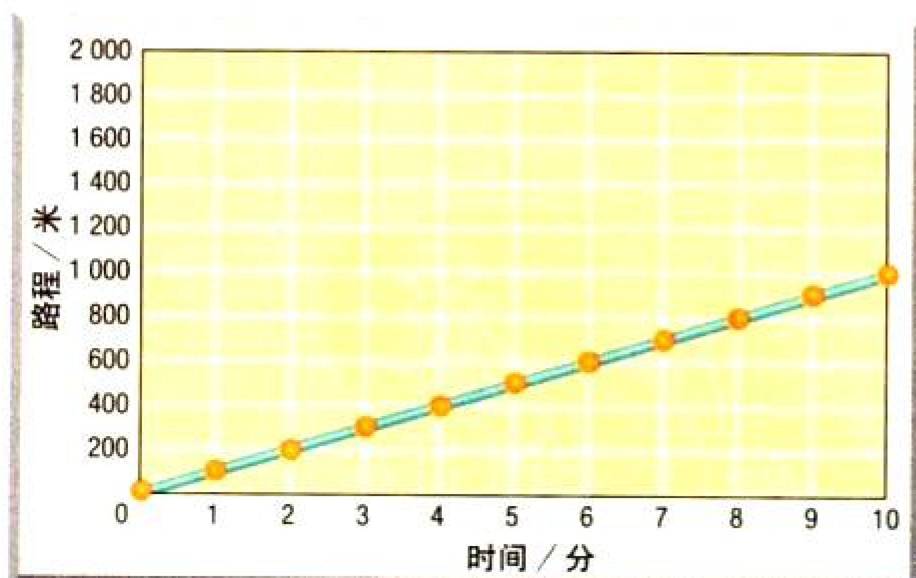
慢跑者仍然以170米／分的速率匀速跑动，但在跑到850米处时，停下来休息了一会儿。图象中的水平线表明，在休息的时候路程没有变化，即没有向前跑。那么，这种情况下跑完总路程1 190米，平均速率是119米／分。



第三天

慢下来了

像第一天一样，这位慢跑者以匀速跑步，但速率降为100米／分。在图象上的斜线就与第一天不同了，直线的斜率与运动的速率有关，运动速率越大，斜线就越陡。这一天这位慢跑者用了10分钟，却只跑了1 000米。



特技飞行员对控制飞机的速度有惊人的能力。为了避免飞机相撞，这些技艺高超的飞行员必须对速率和方向进行精确的控制。这样，他们才能在表演中保持如此优美的队形。



图 1-6 在复杂的空中飞行时，飞机的飞行方向和速率在不停地改变。

运动图象

在一张曲线图上可以表示出一个物体运动的路程与时间的关系。图中每一个特定的点表示这个物体在特定时刻的位置。一般来说，时间用x轴来表示，路程用y轴表示。斜线表示匀速运动，斜线的斜率表示物体运动速率的大小，斜率越大，表示运动速率越大，也就是在给定时间内运动的路程越长。水平线表示物体没有运动。看一下前面慢跑者的例子，就知道图象是如何表示不同运动状态的了。



第一节复习

1. 判断一个物体是否在运动时，为什么需要一个参照物？
2. 物体运动的速率与速度有什么区别？
3. 一根竹子在4小时里长了15厘米，它的平均增长速率是多少？
4. **理性思维** **解决问题** 下表描述了两个小男孩爬行的情况。从表中可以看出，哪个小孩是以匀速率向前爬行的？他的速率是多大？描述一下另一个小孩的运动速率。

时间／秒	男孩斯考特距离／米	男孩萨拉距离／米
1	0.5	1
2	1	2
3	1.5	2.5
4	2	2.5
5	2.5	3.5

课题 1

检查进度

为了测量第一个物体的运动速率，你需要知道这个物体在某一段时间内运动的路程。制作一张表，记下你测量出的路程以及计算结果。为每一个速率的测量确定一个合适的度量单位。测量大的速率，你就要选择米作为路程单位，用秒作为时间单位。测量较小的速率，你可以选择厘米或毫米作为路程单位，用分或小时作为时间单位。

沿斜面滚动

在这个实验里，你将练习测量路程与时间的技巧，计算物体的运动速率。

问题

斜面的倾角对一个物体滚到地面的速率有什么影响？

材料

滑板车　　米尺　　量角器
胶带　　平木板（大约1.5米长）
一片结实的硬纸板
一些支撑物（例如：书或小盒子）
两只秒表

步骤



1. 在你的笔记本上制作一张与下面一样的记录表，并且记录5个不同倾角时的相关数据。
2. 将板放在地上，在木板中间用胶带贴一条开始线，在板边缘1.5米远处画一条终点线。在终点线后放一个障碍物。
3. 将板的一头撑起，使木板略为倾斜。用量角器测量木板与地面所成的角度，并在记录本上记下这一个值。
4. 三个人为一小组，一个扶住滑板车，并将车的前轮贴近开始线。当滑板车开始滑动时，另外两人就用秒表开始记时。
5. 滑板车前轮到达木板边缘时，第一只秒表揿停，把读数记在“时间1”栏内。
6. 滑板车到达终点线时，第二只秒表

数据表

倾角／度	试验次数	时间1 秒	时间2 秒	平均时间1 秒	平均时间2 秒	平均时间2　平均时间1 秒	平均速率 米／秒
	1						
	2						
	3						
	1						
	2						
	3						
	1						
	2						

摁停，把读数记在“时间2”栏内。

7. 重复步骤4～6两次。如果在前3次试验中，记录误差超过0.2秒，就要进行更多次重复实验。
8. 调整木板的倾角3～8次，或者更多，使木板越来越陡。
9. 将每一次的倾角及其相关的数据都记录下来。
   A. 在“平均时间1”中，记下滑板车到达木板边缘时的平均时间。
   B. 在“平均时间2”栏中，记下滑板车到达终点线时的平均时间。
   C. 将两个平均时间相减。

分析与结论

1. **计算** 如何计算滑板车在从不同坡度的斜面滑下后在地板上滑行的平均速率？算出从不同坡度的斜面滑下后的平均速率，并作记录。
2. **分类** 在这一实验中，哪个是自变量，哪个是因变量？为什么？（关于自变量与因变量的知识，可参考本书的技能手册）
3. **作图** 画一张图，将滑板车的速度设为y轴，斜度设为x轴，在图上将各点连起来。
4. **得出结论** 图象的曲线形状反映出速率与倾角之间存在怎样的关系？
5. **测量** 如果你所测量的路程、时间或斜度的数据不准确，那么会对结论造成什么影响？
6. **交流** 你认为自己的记时方法精确吗？记时员每次都恰好在滑板车开始滚动与到达线上那一刻摁的表吗？如何可以提高计时的准确性？写出你想到的方法，并简要说明其操作步骤。

实验设计

一名运输小汽车的卡车司机，想把小汽车从卡车上卸下来，请你利用斜面为他设计一个卸货方案。考虑一下，你需要测量哪些数据？设计一个实验，验证你的设想。



SECTION 2 地球上的缓慢运动

探 索 **活 动**

如何使盘子上的蜂蜜流得慢一些



1. 在一只盘子上放一勺蜂蜜。
2. 在离蜂蜜边缘 4 厘米处粘上一段胶带。
3. 将盘子的一侧提起直到蜂蜜明显开始流动。
4. 稍稍减小盘子的倾斜角度，使蜂蜜恰能流动。将盘子固定在这个角度上。
5. 计算蜂蜜流到这根标志线时需要多长时间，从而算出蜂蜜流动的速率。

思考

形成可操作定义 有些正在运动的物体乍一看似乎是不动的，你用什么办法能准确地判断出它们是否在运动?

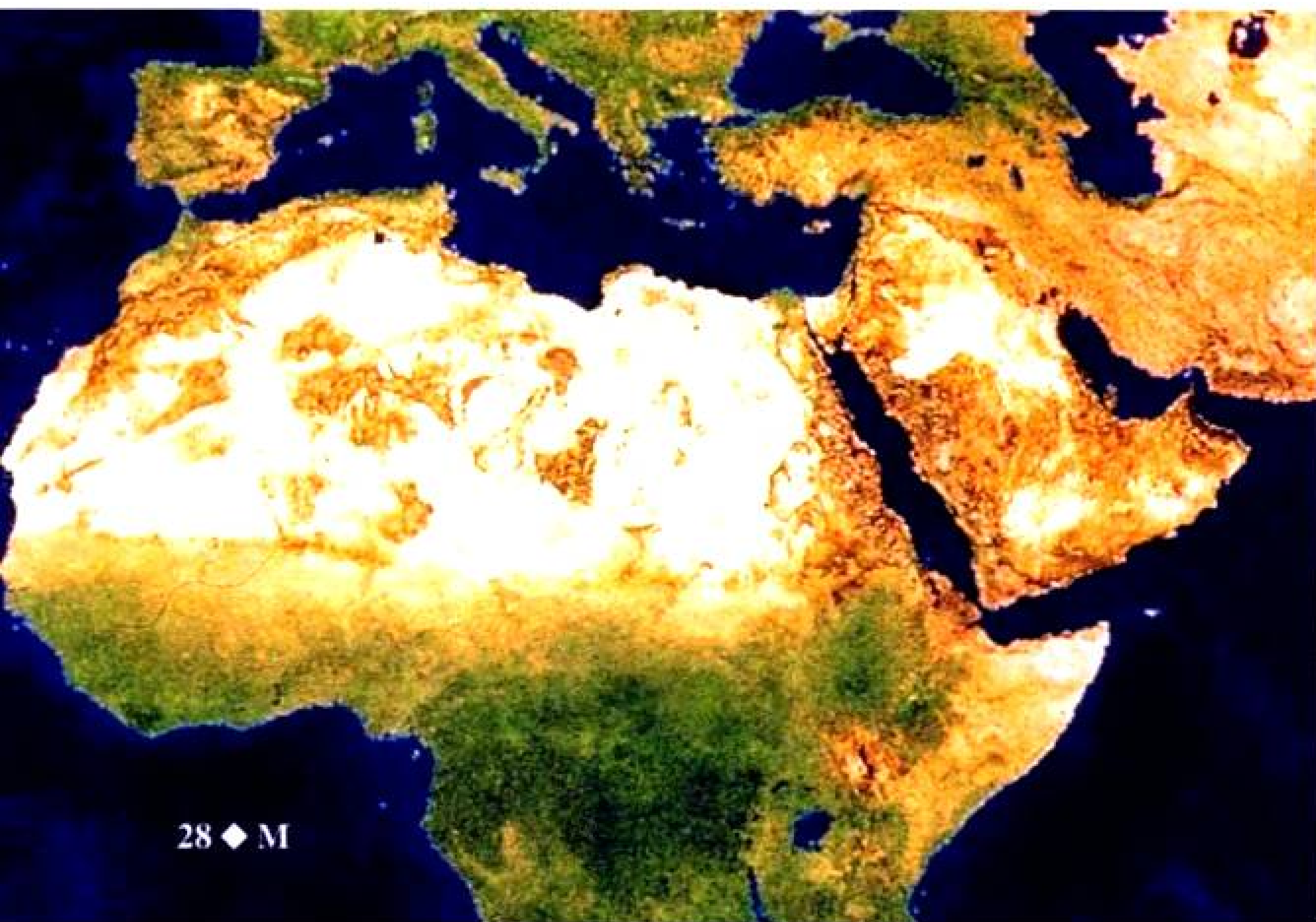
阅读指南

- 地球板块理论是如何描述地球大陆板块运动的?
- 地球板块运动有多快?

阅读提示 在学习本章之前先看一下图 1-8，请描述一下，你认为正在发生什么?

不知你是否曾注意到，地球板块就像是犬牙交错的巨大的比萨饼？看一下世界地图，就会知道这种说法很有道理。比如，南美洲东海岸的形态恰好与非洲西海岸相吻合。在卫星照片上，阿拉伯半岛恰好与非洲东北部的地形曲线相一致。因此，从 17 世纪开始，人们就很想探个究竟，为什么地球大陆的形状看起来似乎曾经是连在一起的？我们总感觉陆地是不会移动的。难道陆地还会移动?

非洲与阿拉伯半岛卫星图 ▼



什么是地球板块

地壳就像是一只曾经合在一起、现在已经破碎的、巨大的锯齿形比萨饼。地球表层由 10 多块大陆组成，称为**板块(plate)**。各板块之间的部分是地裂。地壳各板块参见图 1-7 所示。

科学家用板块理论来解释过去地壳的历史演

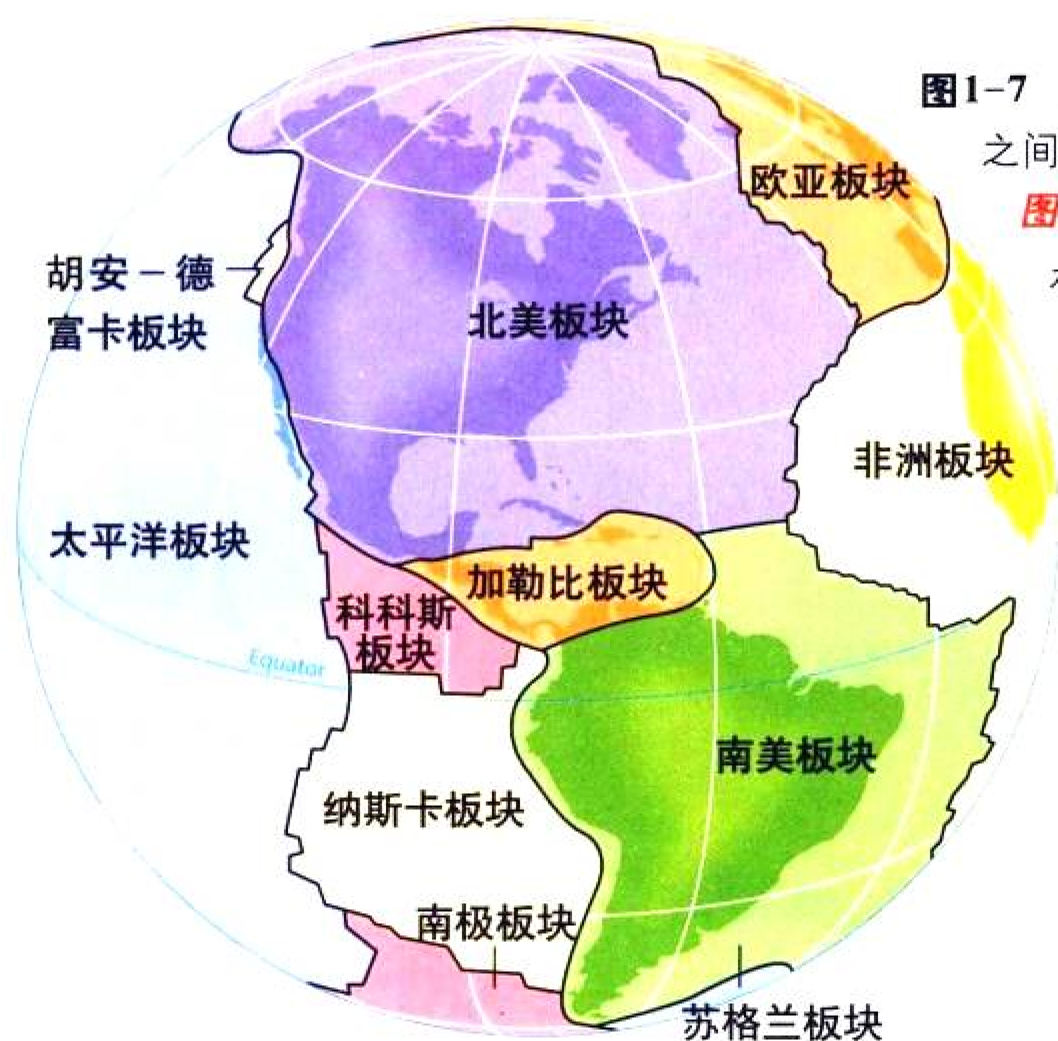


图1-7 黑线表明了部分地球板块之间的边界。

图解 *与纳斯卡板块相邻的是哪些板块?*

变。**按照板块构造理论，地球板块在多个方向上，非常缓慢地演变着**。它们时而分开，时而又彼此挤压，有时则擦肩而过。

☑ **想一想** ***科学家把地球的表层大陆称为什么?***

地球板块运动有多快

如果没有经历过地震，也许你无法感受到板块的运动。这是因为，虽然你生活在地球的某一个板块上，但地球板块的运动非常缓慢。**一些小板块每年大约移动几厘米，而大的板块每年仅移动几毫米。**

知道一个板块在某个确定的时间内移动了多少路程，科学家们就能算出它的平均移动速率，就能解释地球大陆的形态在过去是如何演变的。同时，这也能使科学家对地球大陆未来的变化做出预测。图1-8就展示了地球大陆从过去到未来的大体的演变过程。

计算路程 假定科学家在一年中对一个特定的板块进行了研究，他们发现这个板块移动了5厘米。这样，这个板块的移动速率就是5厘米／年。

增进技能

预测 活 动

洛杉矶位于太平洋板块，正向西北方向缓慢漂移。旧金山位于北美板块，正向东南方向缓慢漂移。这两个城市正以每年5厘米的速度相向运动。如果现在这两座城市之间的距离为554 000米，多少时间之后它们就会连在一起?



2亿5千万年前



1亿年前



1亿3千500万年前

图1-8 地球大陆的形状和位置已经发生了很大的变化，并且，在未来还将继续变化。

图解 *确定澳洲在地图上的位置。在过去，它的位置是如何变化的？*

如何根据板块的移动速率来预测它1 000年后移动多远呢？要找出路程，将速率的公式变形：路程=速率×时间。这个公式告诉我们，板块移动路程等于移动速率乘以这个速率运动的时间。

$$路程 = \frac{5\ 厘米}{1\ 年} \times 1\ 000\ 年 = 5\ 000\ 厘米$$

这个板块在1 000年中移动5 000厘米。由于5 000是一个大的数字，所以应该将它换算成米。

$$5\ 000\ 厘米 = 50\ 米$$

1 000年超出人均寿命的10倍，这个板块只移动了50米，而行走这段路程你或许只需要30秒钟。

单位换算 假如你想知道一个板块在每天移动多少厘米，而不是每年移动多少厘米，也可以换算如下：

$$\frac{5\ 厘米}{365\ 天} = 0.0137\ 厘米／天$$







这样，你就能用每年移动5厘米，或者每天移动0.0137厘米来描述这个板块的运动速率。



第二节复习

1. 解释地球表面板块缓慢运动的理论称作什么理论？
2. 为什么你觉察不出脚下地面的运动？说出两个理由。

   提示： 回忆一下参照物的概念。
3. 假定你正在研究地球板块的运动，你会用什么单位来描述它的运动速率？为什么？
4. **理性思维** **解决问题** 某个板块100天内移动了5毫米，每天移动多少毫米？每年移动多少毫米？



身边的科学

量一下你家里每一个人的手指甲末端白色部分的高度，并将数据记录下来。三周后，再来测量这些手指甲。然后计算一下，你手指甲生长的速率是每天多少毫米。与你的家人讨论，并将你手指甲生长的速率与典型的地球板块移动的速率比较一下，看哪个更大。

生活实验室

实践活动

测量反应速率

学校决定在两座房子之间的小空地上建一个新的篮球场。在设计场地时，安全是一个重要的问题。你与朋友们志愿参与设计，既要做到按标准划定球场的边线，又要使边线与房子之间留有足够的距离，而不至于在球员冲出去时，因收不住脚而撞到墙上。



问题

球场边与房子之间保持多少距离，才能保证球员在撞上墙前停下来？

技能

测量、分析数据

材料

木质米尺　卷尺

两只秒表或者带有秒针的手表

步骤 

第一部分　反应时间

1. 如图，让同伴在你大拇指与食指之间的正上方捏住米尺，你大拇指与食指之间的距离保持在3厘米左右。
2. 你的同伴在没有任何预告的前提下，突然放开米尺。你努力用两个手指去夹住它。
3. 注意你夹住的米尺的高度，列表显示你的反应时间。将你的反应时间在班级数据表中记录下来。
4. 你与同伴交换一下角色，重复步骤1～3。

反应时间

距离／厘米	时间／秒	距离／厘米	时间／秒
15	0.175	25	0.226
16	0.181	26	0.230
17	0.186	27	0.235
18	0.192	28	0.239
19	0.197	29	0.243
20	0.202	30	0.247
21	0.207	31	0.252
22	0.212	32	0.256
23	0.217	33	0.260
24	0.221	34	0.263

班级数据表

学生姓名	反应时间 / 秒	跑步时间 / 秒	停止距离 / 米

第二部分　停止距离

5. 在校园内或体育场上划出 25 米长的距离。

注意：将路上的障碍物移开。

6. 让你的同伴测量当你以最快的速度跑过这段距离所需要的时间。在跑过25米标志线时，尽可能快地停下来站住。但你不能在标志线前就放慢速率。

7. 让你的同伴测量一下，从25米标志线到你最后停稳处的距离。这也就是你完全停稳所需要的距离。把你跑的时间与停稳的距离在班级数据表中记录下来。

8. 与你的同伴互换一下角色。将你同伴跑完25米的时间与停稳的距离在班级数据表中记录下来。

分析与结论

1. 计算　计算出跑得最快的那个学生跑完 25 米所用的平均速率。

2. 分析数据　用表中最慢的反应时间乘以最快的速率（第 1 题的计算结果）。这一计算结果为什么会引起你的兴趣？

3. 分析数据　将表中最长的停稳距离加上第 2 题的计算结果。这个总距离代表什么？

4. 得出结论　解释一下，为什么在你的计算过程中，最大的速率、最慢的反应时间和最长的停稳距离有重要意义？

5. 控制变量　实际建篮球场时，还需要考虑其他什么因素？

6. 交流　假定，经过你的计算，从运动场边线到墙之间的距离太短，容易产生安全问题。那么你对保证这个场地的安全性（除了将墙移开外）有什么好的策略？

实践活动

观察一个当地的运动场，并从安全的角度做一个试验。以你所学的关于停稳距离的知识为指导，尝试识别其他地方潜在的不安全因素。给公园的管理部门或当地政府部门写一封信，讲述你所发现的不安全因素。



SECTION 3

加速度

探索

活动



能快一点吗

1. 在一块空地上量出10米路程，并用胶带纸做好记号，标出起点与终点。
2. 用较大的速率走过这段路程，让你的同伴记下时间。
3. 重复步骤2，并使速率比以前快一些。再试一次，这一次用的时间是你第一次时的2倍。记住，在这10米路程中你必须一直在加速行走。

思考

推论 在走这10米路程的时间内，你的速率是如何随时间发生变化的？

阅读指南

◆ 当一个物体处于加速状态时，它的运动发生了什么变化？

◆ 如何计算加速度？

阅读提示 在你阅读时，列出三种加速的情况，并分别举例。

投球手一跃而起，将垒球飞投出去，球如闪电，突然“咔”一声，它被球棒击中。球飞啊飞，成功啦，一个漂亮的本垒打！

在垒球落地前，它的整个运动经过了多次变化。球在投球手中开始运动，然后加速，碰到球棒时停止，并改变了运动方向，最后落了下来。大多数运动的例子都涉及到类似的变化。事实上，速率保持长期不变的运动是很少见的。你可以用已经学过的速度与速率的知识来描述运动的变化。

科学上的加速度

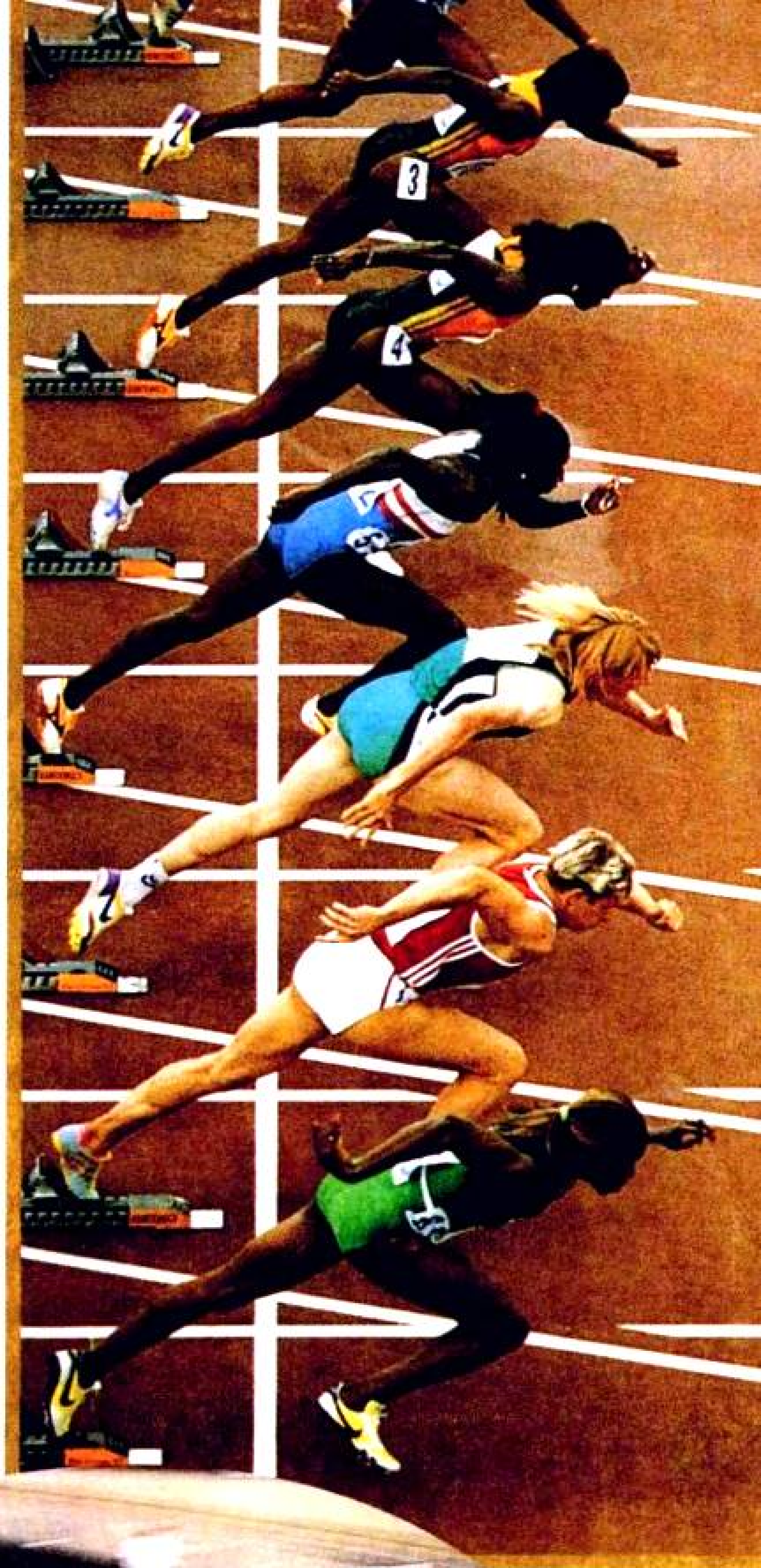
试想一下一辆汽车在红灯前停下来时的情况。当绿灯亮时，司机轻踩油门，结果汽车的速率逐渐增大，或者说，汽车加速了。在日常用语中，“加速”的意思是“提高速率”。

科学上对加速度有更精确的定义，**加速度（acceleration）**是速度变化量跟发生这一变化所用时间的比值。我们知道，速度是有大小和方向的。加速度既涉及到速度大小的变化，也涉及到其方向的改变。**在科学中，加速包括速率增大、减小，或者速度方向改变。**



图1-9 在击中垒球时，球棒就给球以加速度，使它飞出场地。

因果推断 *球的运动将如何变化？*



速率增大　一个物体的速率增大，就意味着它获得了加速度。你能举一些加速度的例子吗？投球手将球投出去时，垒球就获得加速度；当球被球棒击中后，它又获得加速度。一辆汽车从静止到运动，或者当它赶超另一辆汽车时，都要加速。

人也能获得加速度，图1-10就是短跑运动员在起跑后全力加速冲刺的情景。花样滑冰运动员起跳前也要加速。体操运动员也一样，他们的助跑也是为了获得加速度。有时，为了赶上校车，你也需要加速步行。

速率减小　正如物体会增大速率那样，它也会减小速率。在科学中运动速率减小也属于加速度，这种速率变化有时称为减速，或者说加速度为负值。

你能想出一些减速的例子吗？当球棒击中垒球时，球就减速了。一辆车遇到红灯时，它就要减速。飞机在机场降落时，它要减速。图1-10中人跳入水中时速率也要减小。

方向改变　汽车在高速公路上可以匀速行驶，你或许认为此时不存在加速度。但，回想一下，速度包括大小与方向两个因素。因此，即使一个物体速度大小不变，它仍然可以有加速度。比如，汽车转弯时，或者当它变换车道时，汽车就处于加速状态。图1-10中滑冰运动员沿着冰道转弯，就是在加速。



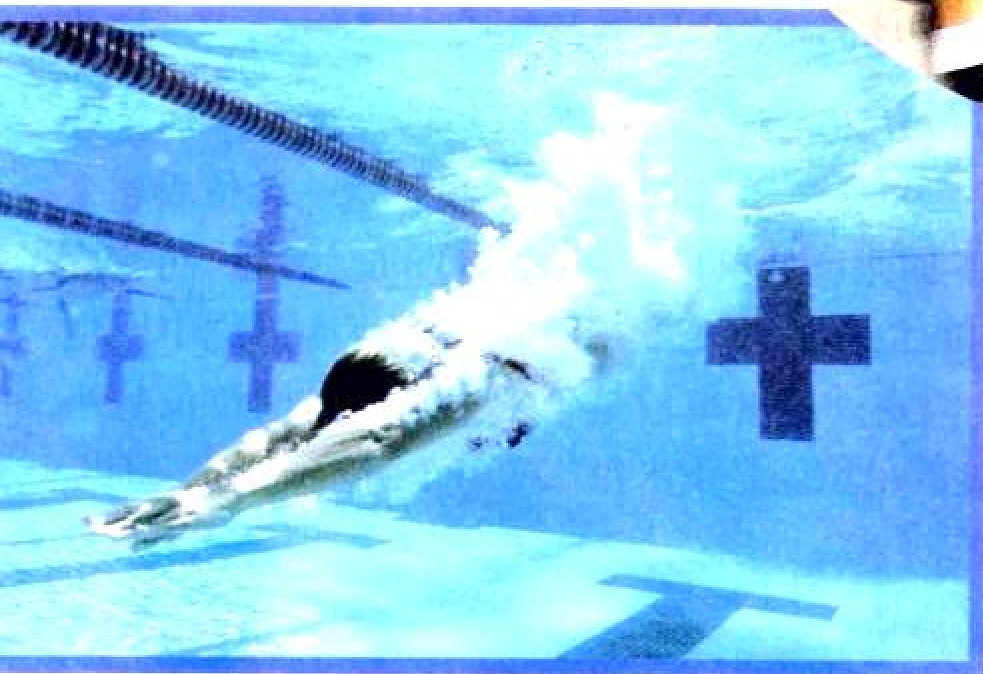


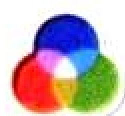
图1-10　跳水、滑冰和短跑运动员都处在加速状态。
分类　*你能分辨每一个例子中运动的变化吗？*



图 1-11 月亮和游乐车上的座位都具有加速度，因为它们的运动方向不断变化。

归纳 *月亮运行的轨迹是什么形状?*

许多物体会持续改变方向而保持速率大小不变，最简单的例子就是匀速圆周运动。游乐车上的座位就是在做加速运动，因为它们的轨迹是一个圆。

 与空间科学的综合 与此类似，月亮也具有加速度，因为它在运动过程中不断地改变运动方向。像地球围绕太阳那样，月亮也围绕地球旋转。另一个持续加速运动的物体是在轨道上运行的人造地球卫星。

☑ **想一想** ***如果使汽车的行驶速率维持在65千米/时，怎样才能使它处于加速状态呢?***

加速度的计算

加速度表示的是速度相对时间的变化率。**要确定一个物体的加速度，必须计算在单位时间内速度的变化值。**可以用下列公式来概括:

$$加速度 = \frac{末速度 - 初速度}{时间}$$

如果速度单位是米每秒，时间单位是秒，那么，加速度的单位就是米每二次方秒，可以写成米/秒^2。这一单位看起来有些古怪。但是，加速度是单位时间内速度的改变量，而速度又是单位时间内的位移的改变量。因此，加速度单位中出现时间的二次方。假定，速度单位是千米/时，时间单位是小时，那么，加速度的单位就是千米每二次方小时，或千米/时^2。

如果单位时间内物体的速度大小与方向改变相同，那么，在这一运动过程中的任何时间内加速度就相同。当然，实际运动中，加速度是会变化的，这里说的只是平均加速度。

对于一个在运动中方向不变的物体来说，它的加速度仅由它单位时间内速度大小的变化引起。让我们来分析一架小型飞机在跑道上滑行时的情况，这架飞机在最初 5 秒内的速度变化情况如图 1–12 所示。

在整段时间内速度的变化	
时间／秒	速度／米・秒$^{-1}$
0	0
1	8
2	16
3	24
4	32
5	40

图 1–12 飞机在每一秒内增加的速度。

要计算飞机的加速度，必须用末速度（40 米／秒）减去初速度（0），得出速度变化值是 40 米／秒。然后，用这个值除以速度变化的时间 5 秒，所得便是飞机的加速度，其大小等于 8 米／秒^2。

加速度可以告诉你图 1–12 中的小型飞机每一秒的速度大小是怎样变化的。换句话说，每过一秒，飞机就比前一秒要快 8 米／秒。这样飞机的速度在第 1 秒末就达到了 8 米／秒。2 秒末，飞机的速度就是 8 米／秒 + 8 米／秒，



例题

一辆过山车加速下滑。开始它下滑时的速度是4米／秒，但3秒后，速度达到了22米／秒。它的平均加速度是多大？

分析 已知初速度和末速度，并且知道从初速度到末速度所用的时间，要计算它的加速度。

写出公式

$$加速度 = \frac{末速度 - 初速度}{时间}$$

替代与运算

$$= \frac{22\ 米／秒 - 4\ 米／秒}{3\ 秒}$$

$$= \frac{18\ 米／秒}{3\ 秒}$$

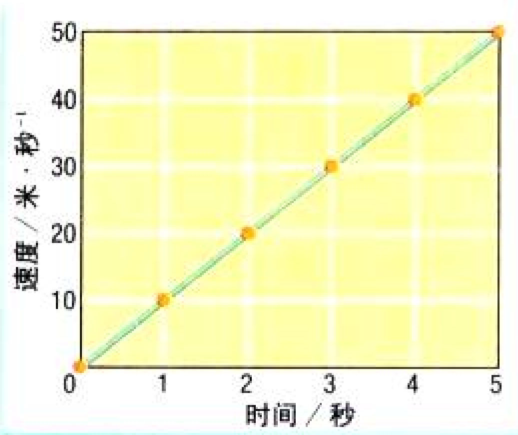
$$= 6\ 米／秒^2$$

思考 答案是合理的。假如过山车每秒速度增大 6 米／秒，第 1 秒末速度是10米／秒，第 2 秒末速度就是16米／秒，第 3 秒末就应该是22米／秒。

练习题

1. 一滴下落的雨滴在2秒内，其速度以10米／秒增加到30米／秒。则它的平均加速度是多大？
2. 一辆汽车从静止加速到 27 米／秒，用了 9 秒时间。这辆车的平均加速度为多大？

在整段时间内速度与位移的变化		
时间／秒	速度 米／秒	位移／米
0	0	0
1	10	5
2	20	20
3	30	45
4	40	80
5	50	125



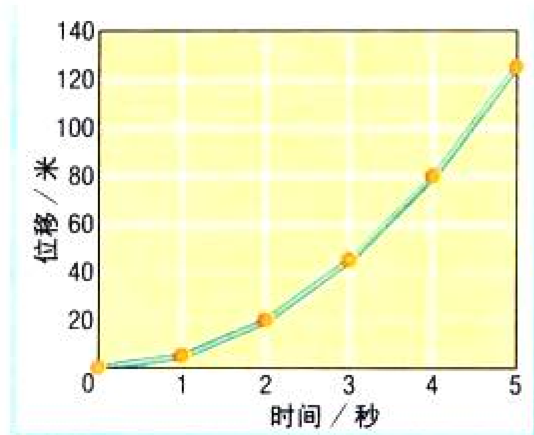


图1-13 这些是表示加速物体的运动图象。

推论 *如果物体的加速度更大的话，那么，图象中速度直线与时间坐标轴的夹角将如何变化？如果更小呢？你认为，一个正在减速运动的物体，其运动图象会是怎样的呢？*

或者16米／秒，以此类推。由于在5秒内，飞机的加速度并没有改变，你就能利用这个公式计算出5秒内任何时刻飞机的速度。请试一试。

表示加速度的图象

你可以通过一张图来分析物体的加速运动状态。如图1-13列出了一个物体以10米／秒^{2}的加速度运动时的数据。图象显示速度随时间变化的曲线是一条直线，表明加速度是不变的。每过一秒，速度就增加10米／秒。因而，每过一秒，图象中的线就增加同样的一格。如果物体的加速度的值每一秒都不同，图象中的线就不是直线。

在右边图象中，位移随时间变化是一条曲线。它表示物体在每一秒内运动的位移不同，随着时间增加，图象中的曲线在向上翘。



第三节复习

1. 物体运动时哪三种变化称为加速？每种情况各举一例。
2. 计算加速度的公式是什么？
3. 一匹马沿着环形跑道小跑，它保持着5米／秒的速率。这匹马在加速吗？为什么？
4. **理性思维** **解决问题** 一辆汽车在荒路上以1米／秒的速度缓慢行驶，后来，它的速度提高到25米／秒。如果汽车以3米／秒^{2}的加速度行驶，8秒后就能获得这个速度。这是把车速提高到25米／秒的惟一方法吗？为什么？

课题 1

检查进度

你可以通过重复测量，取平均值的方法来提高速率估计的准确度。在计算过程中，你一定要按照顺序，一步步进行。实验前，应准备好记录卡片，以把你的运算过程记录下来。

学 习 指 南

第1章复习

SECTION 1 运动的描述与测量



知识要点

- 判断一个物体是否运动，要看它相对参照物的位置是否发生变化。
- 速率是物体在单位时间内经过的路程。如果物体匀速运动，它的速率等于路程除以运动时间。如果物体的速率发生变化，用总路程除以总时间，就能得出它的平均速率。
- 你知道了物体的速率与运动方向，就能知道它的速度。

关键术语

运动	米
参照物	速率
速度	国际单位制（SI）



SECTION 2 地球上的缓慢运动

与地球科学的综合

知识要点

- 组成地球外层地壳的板块运动非常缓慢，每年只向不同的方向移动几厘米。

关键术语

板块

SECTION 3 加速度

知识要点

- 加速度是速度相对时间的变化率。包括速度增大、速度减小和方向改变。
- 用速度的变化值除以发生变化的时间，可以计算加速度。

关键术语

加速度



活动 相关网站

www.science-explorer.phschool.com

第1章复习

复习题

选择题

选择最佳答案。

1. 下列概念涉及与参照物之间位置变化的是______。
   a. 加速度　　b. 速度
   c. 方向　　d. 运动
2. 一个物体的平均速率是______。
   a. 不同的速率相加，除以速率的数量
   b. 路程除以经过这个路程的时间
   c. 时间除以路程
   d. 时间乘以加速度
3. 如果已知一辆汽车在20分钟内行驶了30千米，你能求出______。
   a. 加速度　　b. 平均速率
   c. 方向　　d. 图象
4. 一个坐在旋转木马上的小孩处于加速状态，因为这个小孩______。
   a. 相对于地面正在运动
   b. 没有改变速率
   c. 相对太阳正在运动
   d. 总在改变运动方向
5. 如果用随时间不断增加的速率除以不断增加的时间，可以算出这个物体的______。
   a. 加速度　　b. 匀速率
   c. 平均速率　　d. 速度

判断题

如果叙述正确，就写"T"；如果错误，写"F"，并修改划线部分。

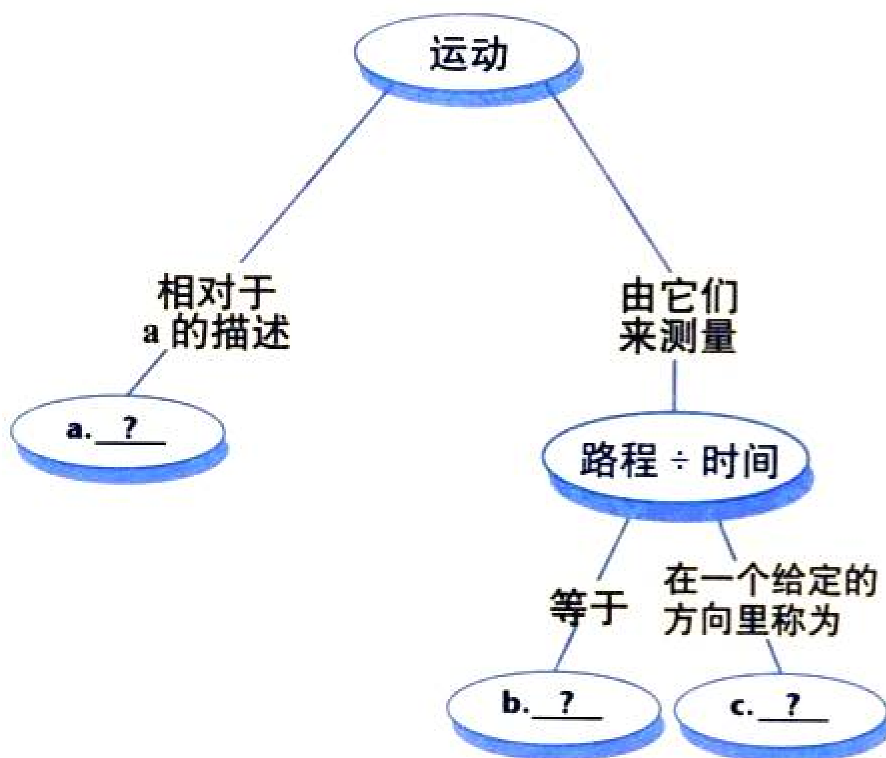
6. 在运行的电梯中，你相对于<u>电梯</u>这个参照物是不动的。
7. 在路程—时间图象中，描述匀速运动物体的图线是一条<u>曲线</u>。
8. 组成地球表层的大陆称为<u>参照物</u>。
9. 加速度是指速度大小或<u>方向</u>的变化。
10. 一个物体在单位时间内运动的路程称<u>加速度</u>。

简述题

11. 假设，在一辆行驶的列车上，你向车尾走去。以列车为参照物，描述你的运动情况。然后，以地面为参照物，描述你的运动情况。
12. 一只鹰60秒飞了600米，一只小鸟5秒飞了60米，哪个速率大？为什么？
13. 在一张碟片上有一只小虫子，当碟片被放入播放机时，碟片在绕着轴心转，而虫子在碟片上挣扎。虫子正在加速吗？为什么？
14. 可以用图象来表示物体运动的路程与时间的关系。图象中直线的斜率与物体的运动速率有什么关系？
15. 如果一个物体的运动速率太小而难以观察的话，如何知道它是否在运动？
16. **科技写作**　假设有一天，你发现某些平时运动很慢的物体，突然快起来了，而与此同时，另一些平时运动很快的物体突然慢得像蜗牛。记下这些稀奇古怪的事情。在你的记录中包括记下真实的速率值。

形象思维

17. **概念图**　画一张概念图，并把它们之间连接起来。（要了解更多的概念图知识可参见技能手册）



运用技能

利用图象来描述瓢虫的运动情况，回答第 18～20 题。



18. 测量 从起点 A 到 B 点、从 B 点到终点的距离分别为多大？精确到毫米单位。

19. 计算 一开始瓢虫是不动的，然后加速爬向 B 点，再匀速爬到终点。如果它从 B 点到终点花了 2.5 秒，试计算一下，它这一期间的匀速运动速率是多少？

20. 对材料的说明 第 19 题计算的速率，也就是瓢虫在加速后爬到 B 点时的速率。如果这只瓢虫从起点加速运动到 B 点花了 2 秒，那么，它的加速度为多大？

理性思维

21. 归纳 你和朋友做两次测量。第一次，测出了开车到市中某一地点所用的时间；第二次，测出了开车到附近另一个市中地点所用的时间。通过两次测量，说明你如何判断汽车是在匀速运动还是在加速运动。

22. 解决问题 两位司机同时出发，所行驶的路程均为 100 千米。第一人用了 2 小时驶完了全程，第二人用了 3 小时才驶完全程。已知第二人在半路上停了 1 小时。哪个人驶完全程用的平均速率更大？为什么？

23. 应用概念 一个家庭开车去旅行。他们以 80 千米／时开了 1 小时，以 40 千米／时开了 2 小时。请算一下他们的平均速率。

提示： 请注意总路程与总时间的概念。

学习评估

课题 1 总结

成果展示 将你的卡片整理好。在记录测量速率数据的卡片上写上标题，将各物体的运动速率从高到低排列起来，并将你的结果与其他同学的比较一下。

思考与记录 当你对同一种运动进行多次测量时，结果总相同吗？什么原因会使速率的测量变得困难？

实践活动

在社区 与当地小学联系，并告诉他们，你已经学了有关运动的知识，自愿给小学生上一堂“难以观察的运动”的短课。办一个包括 2～3 项运动的展览，并准备一些说明与解释（如盘子上流下的蜂蜜、钟表的指针、植物的生长等）。讨论一下一些你看不出的运动，并说明你是如何知道它们在运动的。

第二章 力

主要内容

SECTION 1 力的性质

探索 是什么改变了物体的运动状态
试一试 圆周运动
技能实验室 力与加速度

SECTION 2 力、质量和加速度

探索 小车运动有什么变化

SECTION 3 摩擦力和引力

探索 哪个先落地
试一试 转盘子
增进技能 计算
生活实验室 防滑运动鞋

课题 2

制作牛顿踏板车

猛一起脚，足球在空中划出了一条曲线，高高地向球门飞去；守门员则奋力把球扑出。球员与守门员都全力想改变足球的运动状态。在这一章里，你将学习力是如何改变各种各样的运动状态的。你会发现，即使足球在空中飞行，仍然有力对它作用。

在这一章里，你将学习牛顿关于力与运动关系的三个基本定律，并且运用牛顿第三定律制造一辆滑板车。与足球不同，滑板车的运动可不是踢出来的。

课题目标 设计并制造一辆只基于牛顿第三定律运动的车子。你的车子必须：

- 通过向后推其他物体而向前运动；
- 没有任何形式的电力或引力提供动力；
- 至少能运动 1.5 米的距离；
- 遵循附录的安全守则。

课题准备 集体讨论一下车子的设计方案，但要注意，千万不要使自己的思维局限于某一俗套中。记住，有轮子的汽车只是车子的一种。试着用你家里现成的各种材料来制造车子。

检查进度 在学习这一章的同时，进行这个课题的研究。为保证课题按时完成，在以下各阶段检查进度。

第二节复习，第 54 页：弄清楚影响车子加速度的因素。
第三节复习，第 61 页：将你拟就的设计方案列成一张表。
第四节复习，第 69 页：制作踏板车，并确定其动力来源。

总结 在本章的最后（第 75 页），展示你的踏板车是如何运动的。

射手与守门员都是用力来控制足球的运动。

SECTION 1

力的性质

探索 活动

是什么改变了物体的运动状态




1. 在玩具汽车顶上叠几个金属垫圈。
2. 在小车附近放一本厚书。
3. 假如使玩具车向书冲去，你估计小车和金属垫圈会产生什么现象？验证一下你的预测。

思考

观察 当玩具车撞到书时，小车会怎样？车顶上放着的垫圈会怎样？为什么小车与垫圈的运动状态不同？

阅读指南

- 平衡力、非平衡力与运动有什么关系？
- 牛顿第一运动定律指什么？

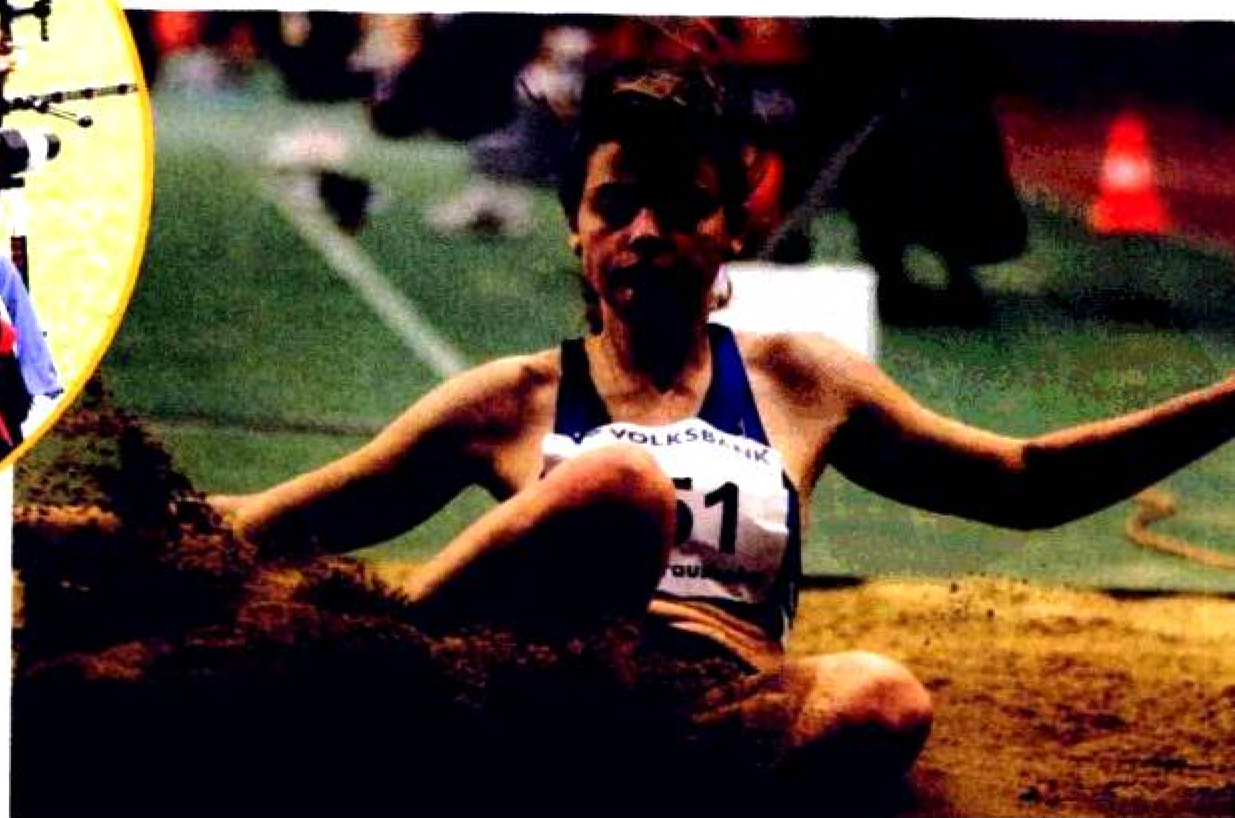
阅读提示 在学习本节内容时，用你自己的话来定义那些粗体字术语。

一枝箭穿过空气，飞向远处的靶；一名跳远运动员跳进沙坑，沙向四周飞溅；你带着足球晃过了对手。所有这些活动都涉及一些运动的形式，但又是什么因素使得这些物体做不同的运动呢？是什么使物体开始运动、停止或改变运动的方向呢？答案是力。

什么是力

在科学中，**力(force)** 这个词有着简单而特殊的意义。一般情况下，力就是推或者拉。当一个物体推或拉另一个物体时，你就可以说，一个物体在对另一个物体施力。你写字时要对笔施力；拿起一本书时，就是在对书施力；拉拉链、打篮球也一样。当你往池





塘水面上扔石头打水漂，或用劲拖马车，或用榔头敲钉子，也都是在施力。

就像速度和加速度一样，力不仅有大小，还有方向。推门和拉门的时候，力的方向就不一样。

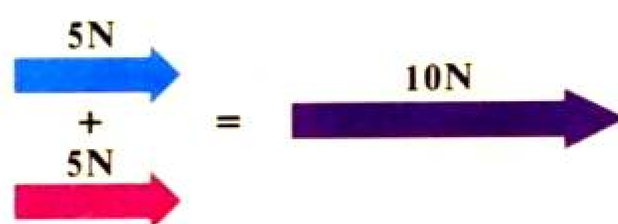
非平衡力

假定你要推动一只箱子。当你开始推的时候，你就要对箱子施力。如果有一个朋友过来帮你，那么，对箱子施的合力就是你的力加上你朋友的力。两个力作用在同一个方向上，它们的合力是两个力的和。

图 2-1 用有向线段表示两个分力，并求出了它们的合力。箭头方向表示力的方向，线段长度表示力的大小。

当两个力方向相反时，求它们的合力，即是求它们的矢量和。这时的和，就如同正负数相加一样，合力大小是它们的差，方向是其中较大的那个力的方向。在第47页的“探索合力”实验中，你会发现当方向相反的两个力大小不同时，会发生什么现象。

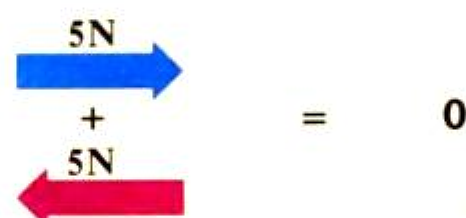
一个物体受到的合力是指施加在它上面的所有力的矢量和，不为零的合力称为**净力(net force)**。



两个力相加，可得到一个更大的合力。



两个力相减，得到的合力的方向与较大的那个分力的方向相同。



两个力可以相互抵消，合力为零。

图 2-1 合力的大小和方向取决于各个分力。
计算 *当两个力的方向相反时，它们的合力该如何求得？*



图 2-2 箭、跳远运动员和足球都处于运动状态。
归纳 *是什么使得箭能穿过空气射向靶？是什么使跳远运动员跳进沙坑后停止？是什么使足球改变运动方向？*

语言艺术 链接

你已经知道不为零的合力就是“净力”的意思了。那么，你是否曾经听说过“净利润”这个词？净利润中的“净”指除去开支后余下的那部分钱。例如，假设你在体育场卖爆玉米花，以便赚够班级集体外出活动所需的钱。你的净利润就是卖玉米花所得的所有的钱除去开支，包括玉米、奶油、糖和广告等费用之后剩下的钱。

阅读 DIY

你能够想出“net”的其他意思吗？许多词都有多种意思，例如：spring, pound, bat, bowl和row。请你说出上述每个词的两种含义，并至少选两个单词，通过造句来区别它们不同的含义。请列举更多的这类词语。

当一个物体受到净力作用，这些力就称为非平衡力。**非平衡力（unbalanced forces）使物体开始运动、停止、改变运动速率或方向。**作用于物体上的非平衡力改变物体的运动状态，换句话说，非平衡力产生加速度。比如，两个非平衡力方向相反，作用于同一个箱子，就会使箱子向着较大的那个力的方向加速运动。

平衡力

给一个物体施加一些力，并不一定都能改变这个物体的运动。图2-3中的4只狗在使劲地拉扯一只长筒丝袜，尽管有多个力作用在丝袜上，却没有改变丝袜的运动状态。这是因为，左边的狗对丝袜施加了一个力，右边三只狗在相反的方向上施加了大小相等的力。

作用于同一个物体上、大小相等而方向相反的力称为**平衡力（balanced forces）**。**作用在一个物体上的平衡力不改变物体的运动状态。**当你在相反的方向上施加大小相等的力，合力等于零。在本书第47页的末尾，你可以看到一对平衡力的例子，两个力相互抵消，箱子则一动不动。

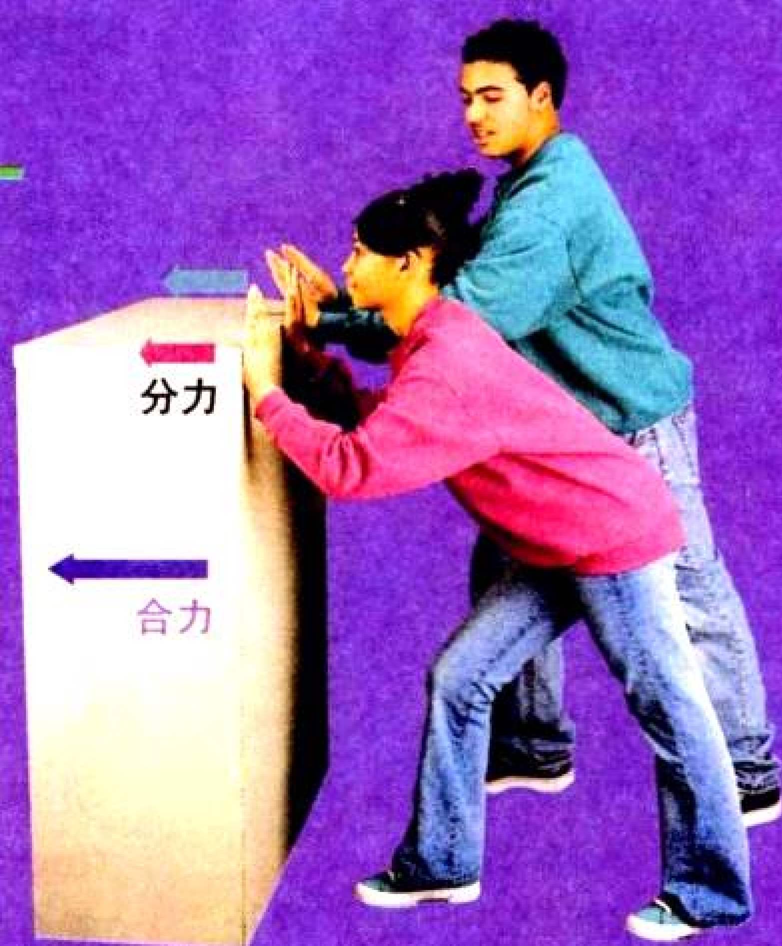
想一想 ***哪种力会引起运动状态发生变化？是平衡力还是非平衡力？***



图2-3 四只狗在拔河，但它们两边谁也没拉动谁。
应用概念 *要是其中的一只狗再用点力会出现什么情况？为什么？*

探索 合力

两个朋友同时推一个物体会发生什么情况？根据他们的用力方向不同，合力会产生不同的效果。



方向相同的非平衡力

如果两个力的方向相同，那么合力就等于两个分力之和，箱子向左移动。



方向相反的非平衡力

如果两个力的方向相反，那么合力就等于两个分力之差，箱子向右移动。



方向相反的平衡力

如果两个力方向相反，而大小相等，那么它们就会彼此抵消，箱子不动。

∴试 一 试∴

圆周运动



做圆周运动的物体具有惯性。

1. 在一根线（长约1米）的一端用胶带纸粘上一只乒乓球。
2. 让乒乓球自然垂悬在你面前，然后让球沿水平面上做圆周运动，球离地面的高度保持在大约2~3厘米。
3. 将抓线的手放开，看看球落地后滚动的方向。
4. 重复做几次，在不同的位置放开线。

推论 如果你想让球飞离你，或者飞向你，应该在什么位置放手？通过画图来回答这个问题。

牛顿第一运动定律

古希腊人发现，自然界的万物都有各自的归宿。岩石最终会落到地上，轻烟会飘向空中。一旦一个物体找到了自己的归宿，它自身就不会运动了。要让它继续运动，就必须对它施加一个力。

惯性 早在17世纪，意大利天文学家伽利略就对“要让一个物体维持运动状态就得施加一个力”的说法提出了质疑。他认为，一个物体开始运动后，就不再需要推或拉来保持它的运动状态了。只有当你想改变它的运动状态时，才需要施加力。任何物体都有保持静止或匀速直线运动状态的性质，我们把物体的这种性质叫做**惯性(inertia)**。惯性是物体抵制改变其运动状态的固有倾向，所有的物体都有惯性。

或许你也曾有过这样的亲身经历：在气垫球游戏中，只要你一推气垫上的球饼，它就沿着光滑的气垫表面向前滑行；同样，只要用网球拍一击，网球就飞了出去。在这两个例子中，即使不再施加什么力，球饼和网球仍然继续运动。

伽利略的想法为英国科学家牛顿的理论奠定了基础。在17世纪后期，牛顿发现了三大基本运动定律。这三大定律中的第一定律，实际上就是对伽利略观点的重新表述。**牛顿第一运动定律认为，如果物体不受外力或只受到平衡力的作用，原来静止的物体永远静止，原来运动的物体永远保持匀速直线运动状态。**因此，牛顿第一运动定律通常也叫做惯性定律。



图2-4 这个用来做撞车试验的假人没有系安全带。

因果推断 *假人会在汽车突然停止时向前运动，这是为什么？*

惯性能解释日常生活中的许多现象。如果你正坐在一辆行驶中的汽车里，而车子突然停下，你的身体就会向前冲，这是由于在行驶的汽车中的乘客具有惯性的缘故。因此，要改变乘客的运动状态，就需要一个力，而这个力就来自于安全带。如果安全带完好，乘客一般就不会撞到挡风玻璃上去了。



图 2-5　两个瓶子体积相同，但质量不同。

质量　一瓶硬币和一瓶塑料泡沫碎块，分别让它们运动起来，哪一个更难？显然，让一瓶硬币运动起来要难一些。两者的区别在哪里？从图 2-5 中你可以看到，两只瓶子是一样大的，也就是说它们的体积相同，不同之处在于它们的质量。**质量 (mass)** 是指一个物体所含物质的多少。一瓶硬币比一瓶塑料泡沫碎块的质量大。

国际单位制中质量单位是千克，一辆小汽车的质量可能有 1 000 千克，一辆自行车的质量大约有 30 千克，一个学生的质量可能会有 45 千克。你也可以用单位克来描述质量相对小一些的物体（1 千克 = 1 000 克）。

物体惯性的大小取决于它的质量，物体的质量越大，它的惯性也就越大。因此，可以说物体的质量是其惯性大小的量度。



第一节复习

1. 平衡力与非平衡力对运动的影响有什么不同？
2. 什么是惯性？牛顿第一运动定律说的是什么？
3. 两个孩子争抢玩具，互相朝相反的方向拉，结果谁也没拉动玩具。请你用合力来说明这一现象。
4. **理性思维**　**应用概念**　分别画出平衡力与非平衡力的示意图，用有向线段表示力。

身边的科学



在一只杯中倒入一些水，然后盖上一张硬纸片，在硬纸片的中央放一枚硬币。问一下你的家人，谁能不碰硬币，也不将硬纸片拿起来就能使硬币落入杯中？要是他们答不出，请你告诉他们怎么做。一只手稳住杯子，用另一只手的手指在硬纸片的边上一弹，硬纸片上的硬币就落入了水中。用力不一定大，但速度要快。请用惯性解释发生的现象。

分析数据

力与加速度

在这一实验中，你要在探索力与加速度的关系的同时，训练解释数据的技能。

问题

滑板的加速度与拉力之间有什么关系？

材料

滑板　米尺　最大读数为5牛的弹簧秤　线　胶带纸　秒表
几块砖或其他质量较大的物体

步骤

1. 把线绕结一个圆圈，套在滑板上，然后在滑板上放几块砖头。
2. 用胶带纸在平整的地面上标出1米长的距离，一端标上“起点”，另一端标上“终点”。
3. 用弹簧秤的挂钩钩住线，以2牛的力平稳地牵引滑板。
   注意：在拉滑板的时候必须向着正前方，练习如何用一个恒力拉着滑板往前走。
4. 在你的笔记本上画一张如下所示的表格。
5. 找出拉动滑板缓慢、匀速前进所需要的最小的力，不要让车子有加速度。
6. 在第5步的基础上，增加0.5牛的拉力，这样滑板就可以获得加速度了。把这个力记录到表格的第一行。
7. 让你的同伴把滑板的前端与起点线对齐并摁住滑板，然后你用第6步测出的那个力拉弹簧秤。
8. 同伴说“出发”并放开滑板后，你仍然保持恒力往前拉，直到到达终点线。让另一个伙伴记录滑板从起点到终点所用的时间，并记在表格试验一栏目中。
9. 重复步骤7、8、9两次，把结果分别记录在表格试验二、试验三的栏目中。
10. 在步骤5的基础上，增加1牛力，重复步骤7、8、9和10。
11. 在步骤5的基础上，分别增加1.5牛和2牛的拉力，然后重复步骤7、8、9和10两次。将结果记录下来。

数据表

力/牛	试验一 时间/秒	试验二 时间/秒	试验三 时间/秒	平均时间 秒	平均速率 米/秒	最后速率 米/秒	加速度 米/秒²

分析与结论

1. **计算** 每次用的力都不同，取三次试验的平均值，并记在表格中。
2. **计算** 算出在每个力的牵引下，滑板前进的平均速率。计算公式为：
   平均速率 = 1 米 ÷ 平均时间
   将每个力所得的结果都记下来。
3. **计算** 平均速率乘以2，就可得到滑板的末速度。将这个结果记在表格中。
4. **计算** 每个末速度除以平均时间，就是加速度。将这个结果记在表格中。
5. **作图** 画一个图。用 y 轴表示加速度，取值为0～1米／秒^2；x 轴表示力，取值为0～3牛。假如你得到的数据点看上去能形成一条直线，将这条直线画出来。
6. **分析数据** 你的第一个数据点是处于加速度为零时的力。你如何算出加速度为零时那个力的大小？
7. **分析数据** 从你的数据表上看，滑板获得的加速度与拉力之间存在怎样的关系？
8. **交流** 哪个变量是自变量？哪个是因变量？

实验设计

自己动手设计一个小实验，证明当拉力一定时，载有重物的滑板的加速度值取决于它的质量。想一想，如何改变滑板的质量？看一看，有没有实验本身需要测量而你还没有测量的变量？你有测量那个变量所需的工具吗？如果没有，是否可以用其他工具替代？



SECTION 2

力、质量和加速度

探 索 **活 动**

小车运动有什么变化

1. 把一些小石块放在玩具翻斗车上。在车子前保险杠上挂一只弹簧秤。
2. 练习用弹簧秤拖着小车匀速、平稳地往前走，尽可能使弹簧秤上的读数保持恒定。
3. 用恒定的力拖车，观察小车的运动情况。然后，从小车上拿掉一些石块，再用同样的力拖这辆车。
4. 再拿掉一些石块，再拖车。最后，小车空了，观察用同样大小的力拖它，会有什么现象。

思考

观察 小车装载质量的变化对它的运动有什么影响？

阅读指南

◆ 力、质量和加速度之间有什么关系？

阅读提示 在学习本节内容时，用你自己的话来描述力、质量和加速度之间的关系。

一个阳光灿烂的下午，你在陪两个喜欢坐四轮小车的小男孩玩耍。很快你就发现，你拉得越快，他俩就越开心。他们不停地喊："快一点，再快一点。"不一会儿，你就累得坐下来喘气了。轮到那个小个子男孩拉车的时候，你会发现他怎么拉也没有你快。小车的加速度与牵引它的力的大小有什么关系呢？小车的质量与加速度又有什么关系呢？

牛顿第二运动定律

牛顿第二运动定律说明了力、质量与加速度之间的关系。**一个物体受到的合力等于它的质量乘以加速度。**力、质量与加速度的关系可以用这样一个公式来表示：



力 = 质量 × 加速度

人们常常把这个公式本身称为牛顿第二运动定律。

与其他公式一样，你必须注意其中每个物理量的单位。当加速度的单位是米每二次方秒（米／秒^2），质量的单位是千克时，力的单位就是千克·米每二次方秒（千克·米／秒^2）。为了纪念牛顿，力的单位就称为牛顿（牛）。1 **牛顿(newton)** 就是给质量为1千克的物体一个1米每二次方秒的加速度所需的力的大小。

1 牛 = 1 千克 × 1 米／秒^2

假设一个学生体重为40千克，她跑步的加速度为1米／秒^2。你只要将这些数值代入上面的公式，就很容易算出她花费的力是多大。你会发现，这个力等于40千克·米／秒^2，也就是40牛。

有时，你也可以将力、质量与加速度的关系改写成下面的形式：

$$加速度 = \frac{力}{质量}$$

例题

一艘快艇拖着一名体重52千克的滑水运动员以2米／秒^{2}的加速度前进。计算一下，获得这一加速度所需的力的大小。

分析 已知加速度和质量，求力。

写出公式 力 = 质量 × 加速度

替代与运算 = 52 千克 × 2 米／秒^2

= 104 千克·米／秒^2

= 104 牛

思考 答案告诉你，牵引滑水运动员的力为104牛。这个力看起来并不够大，因为事实上，它并没有包括快艇克服摩擦所用的拉力。

练习题

1. 一部质量为1 000千克的电梯以2米／秒^{2}的加速度运行，它需要多大的力？
2. 使一辆质量为55千克的手推车以15米／秒^{2}的加速度行驶，需要多大的力？

改变力和质量

图 2-6 物体获得的加速度的大小取决于物体的质量及受到的力的大小。

如何增大小车的加速度？再来看一下加速度的公式：加速度 = $\frac{力}{质量}$。增大加速度的方法之一是改变力。根据公式，加速度与力成正比，加速度随着力的增大而增大。所以，你要想增大小车的加速度，就得增大拉车的力。因此，你只要使劲拉就行了。

增大加速度的另一种方法是改变质量。根据公式，加速度与质量成反比。也就是说，质量增大，加速度就会减小。反之，质量减小，加速度就会增大。所以，你若想增大小车的加速度，你可选择减小质量的方法。因此，你自己就别坐在小车上了，就让孩子们坐吧。



第二节复习

1. 牛顿第二运动定律说明了哪三个物理量之间的关系？它们之间的关系又是如何？
2. 作用于一个物体上的力增大时，物体的加速度将如何变化？
3. 假定，你已经知道超市购物车的加速度，如果你想求它受到的力，还需要知道其他什么物理量？
4. **理性思维** **解决问题** 假如你施加在一个物体上的力增大了2倍，你将如何通过改变物体的质量，保持它的加速度不变？

课题 2

检查进度

你制造的车子得从静止状态开始加速。从牛顿第二运动定律我们可知，加速度 = $\frac{力}{质量}$ 也就是说，你有两种方法来增大加速度，即增大力或者减小质量。你该如何增大车子的牵引力或减小它的质量呢？

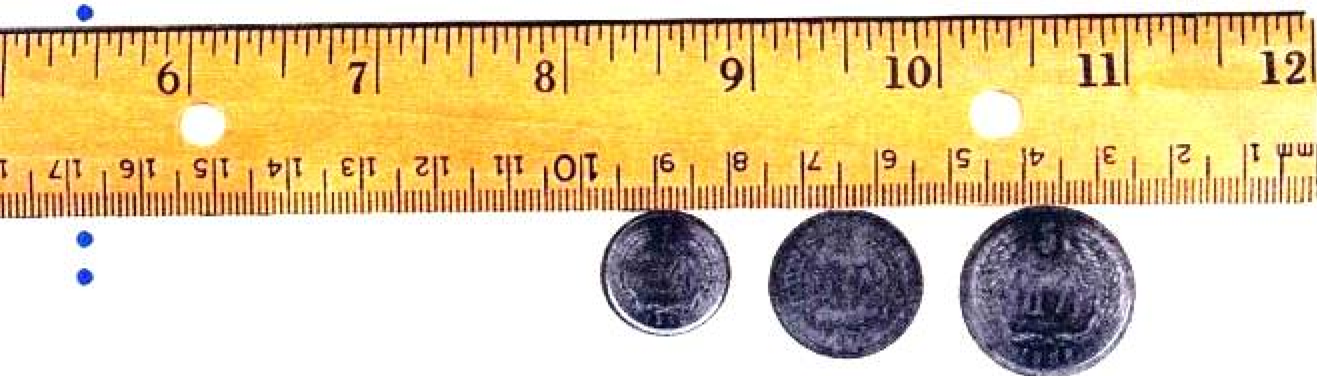
SECTION 3 摩擦力和引力

探索 活动

哪个先落地

如果使1分、2分和5分的硬币各一枚从同一高度同时下落，你认为哪个硬币下落速度快？5分的比1分的快，还是5分的比2分的要快？先预测，然后看看实验结果。

1. 把1分、2分和5分三个硬币放在桌子边缘。
2. 在硬币的后面放一把尺子，如图所示，把硬币排列整齐。
3. 尺子与桌子的边缘保持平行，然后把硬币同时推下桌子。看看硬币落地的时间有没有差别。



思考

推论 你看到三个硬币落地的情形了吗？从这个例子，你推测一下，一个足球是否会比一块大理石先着地？一支铅笔会不会比一本书先着地？该怎样验证你的猜测？

阅读指南

- 两个物体表面之间的摩擦力由什么因素决定？
- 质量与重力有什么区别？
- 什么是万有引力？

阅读提示 学习过程中，注意对摩擦力和引力加以比较。

先是在桌子的表面慢慢地推动一本书，然后迅速将手抽开，不再推书。书还会继续向前运动吗？其实你不用试就知道结果：书会停下来。现在，设想一下另一种情况，把书从桌上拿起来，然后松手。同样，不用试你就知道书会下落。在这两种情况中，你都是先向书施加一个力，改变了它的运动状态，然后撤去这个力。

按照牛顿第一运动定律，书只有在受到非平衡力的作用时才会改变运动状态。如果要让书保持匀速直线运动是不需要力的。那么为什么当你不再推的时候，书就停止滑动了呢？而当你不再用力抓住书时，书还是向下落，那又是什么原因呢？

根据牛顿第一运动定律，我们可以断定，其中肯定还有另外一个力存在。在刚才提到的两个例子中的确存在着另外两个力：当书在桌上滑动时，摩擦力使得它滑动的速度变慢，直至最终停下来；当你放开手后，是引力使得书加速落下。在这一节中，你将学习这两种几乎对所有运动都有影响的力。

图 2-7 要是你用一架特制的显微镜观察已经抛光过的金属表面，你就会发现，金属的表面并不像你想像的那么光滑。

预测 *一个粗糙的表面在显微镜下看起来又会是怎么一副模样？*



摩擦力

当你把一本书沿着桌面往前推的时候，书的封面与桌面产生了摩擦。而当一名消防员顺着光滑的钢管往下滑的时候，他的双手与钢管的表面也产生了摩擦。尽管许多东西看起来相当光滑，但事实上它们的表面仍然凹凸不平。当两个物体发生接触时，它们各自表面上的那些凹凸不平的地方就会相互拉扯。当两个物体相互接触且滑动时，其中一个物体的表面作用于另一个物体表面的力就叫做**摩擦力**(**friction**)。

摩擦力的性质 摩擦力的作用方向与物体的相对运动方向相反。如果没有摩擦力，物体就会以匀速沿原来的方向永远地运动下去。然而，摩擦力总是阻碍物体的相对运动，摩擦力会使得一个运动的物体最终停下来。

摩擦力的大小取决于两个因素：一是接触面的粗糙程度，二是物体间的压力大小。粗糙的表面产生的摩擦力要比光滑的表面大。图2-8所示的滑雪者之所以能够滑得很快，是因为雪橇和雪之间的摩擦力非常小。要是在一个粗糙的平面上，比如在沙地上，驯鹿或许就拉不动他们了。如果两个物体间的压力很大，它们之间的摩擦力也会随之增大。使劲搓手时产生的摩擦力就要比轻轻地搓时要大。

图 2-8 光滑的雪橇表面使得这两个芬兰滑雪者有了一趟酣畅淋漓的雪橇之旅。

图解 *相对运动的方向而言，摩擦力的方向是怎样的？*

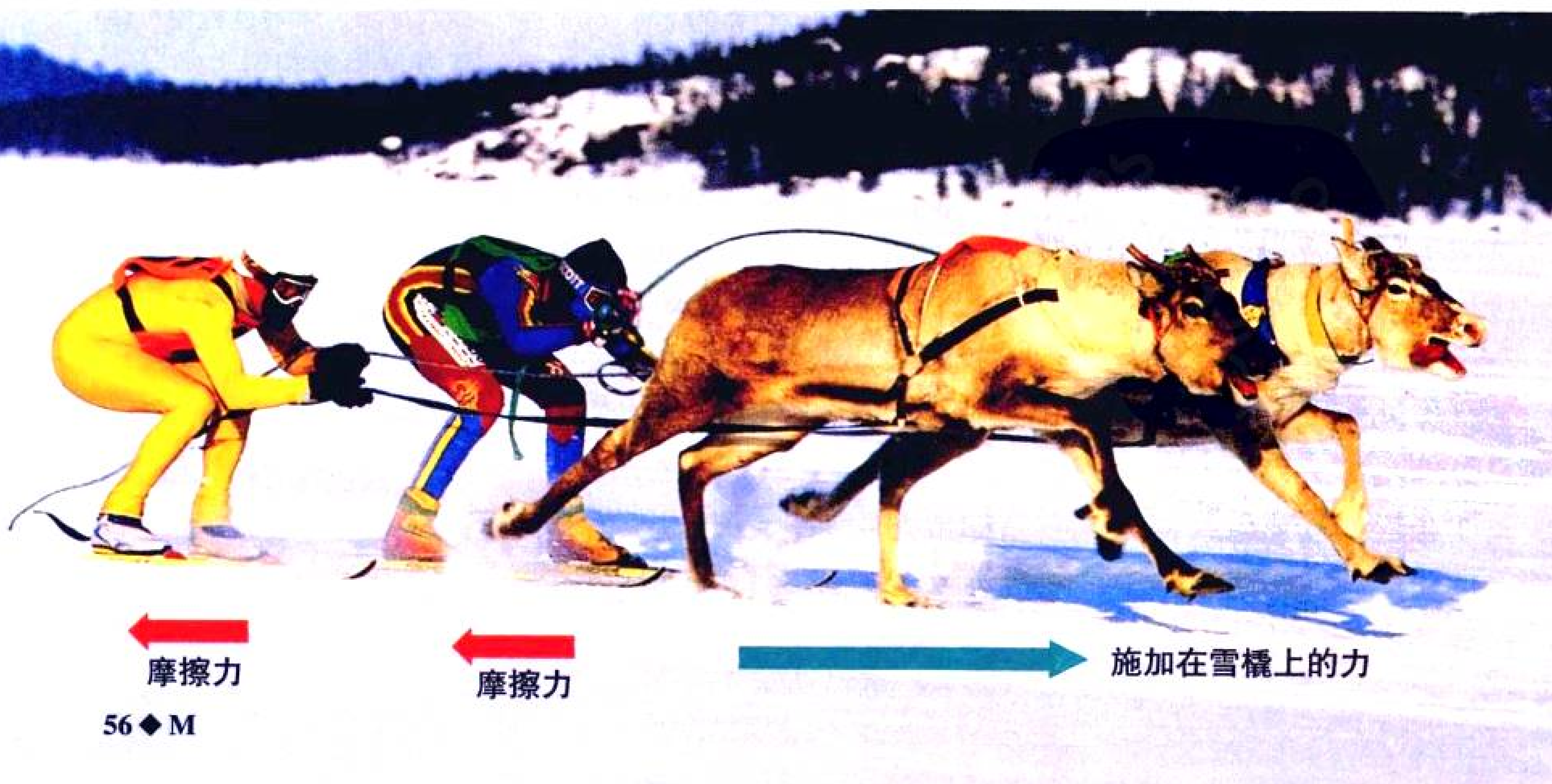




图2-9 有了摩擦力，图中的学生才能在人行道上画画。也正是因为摩擦力的存在，工人们才可以砂平金属的表面。

推论 *你知道磨床为什么会发热？*

摩擦力的利弊 摩擦力就一定是不好的吗？不一定的，摩擦力是利是弊因具体情况而异。例如，你之所以能够行走自如，全仰仗你穿的鞋子的鞋底与地面产生的摩擦力。如果没有了摩擦力，鞋子就会打滑，你也就寸步难行了。汽车能够向前行使，也是因为汽车轮胎与路面存在摩擦力。也正是因为摩擦力的存在，你才能点燃火柴，才能在人行道上绘画。

摩擦力是如此有用，以至许多情况下，人们常常想办法增大它。要是顺着积雪覆盖的山坡往下走，你或许会穿上一双胶鞋，或者在雪地上撒些沙子以增大摩擦力，以免一溜到底。芭蕾舞演员会在他们舞鞋的鞋底抹上一些防滑粉，这样他们就不会在舞池里滑倒。

控制摩擦 摩擦有不同的类型。两个固体表面相互接触，当一个物体的表面滑过另一个物体的表面时产生的摩擦叫做**滑动摩擦(sliding friction)**。当一个物体滚过另一个物体的表面时产生的摩擦叫做**滚动摩擦(rolling friction)**。克服滚动摩擦要比克服滑动摩擦省力得多。

两个物体表面相互接触却没有发生相对运动，这时的摩擦就叫做**静摩擦(static friction)**。由于静摩擦的存在，你在推动原本静止的物体时，需要花更大的力气。

当一个物体在流体中运动时产生的摩擦叫做**流体摩擦(fluid friction)**。克服流体摩擦所需的力通常要比克服滚动摩擦所需的力小，流体的存在避免了物体表面的直接接触，从而减小了摩擦。在机器的传动部件之间加润滑油，便是为了减小摩擦。

☑ ***想一想*** ***减小摩擦有哪两种方法？***

试一试

转盘子 活动

通过实验，看看滚动摩擦是否真的比滑动摩擦小。



1. 把两个同样大小的平底碟子叠在一起，然后转动放在上面的那只。
2. 把两个碟子分开，在其中的一只碟子里松散地放一些玻璃弹子。
3. 再把另一只碟子放在装有弹子的碟子上面。
4. 再次转动放在上面的那只碟子，观察实验的结果。

归纳 说出这个实验中涉及的滚动摩擦原理。



图 2-10 高空跳伞运动员一旦跳离飞机，他们就开始加速了。***预测*** *体重大的跳伞运动员下降时获得的加速度会比体重较小的运动员大吗？*

引　力

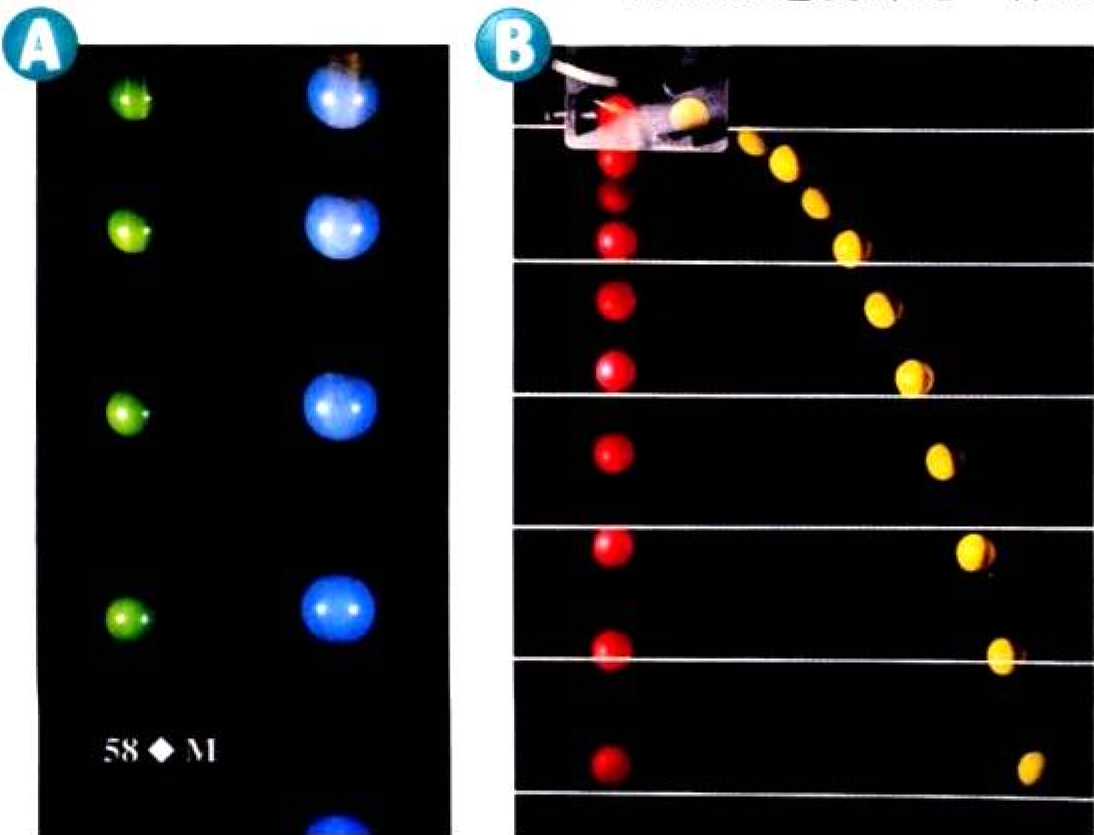
摩擦力解释了为什么被推着往前运动的书最终会停下来的原因。但是为什么同样一本书，当你把它拿起来然后松开手，它就会掉到地上？牛顿认识到有一种力会把所有的物体向地心拉，他把这种力叫做**引力(gravity)**。引力是把物体拉向地球的力。

自由落体运动　如果从静止开始下落的一个物体只受引力作用，我们把这种运动状态称为**自由落体运动(free fall)**。处于自由落体运动状态的物体，在下落过程中速度不断增大，你知道这是为什么吗？原因是物体自由下落时，所受的引力是一个非平衡力。物体受力不平衡，就会产生加速度。

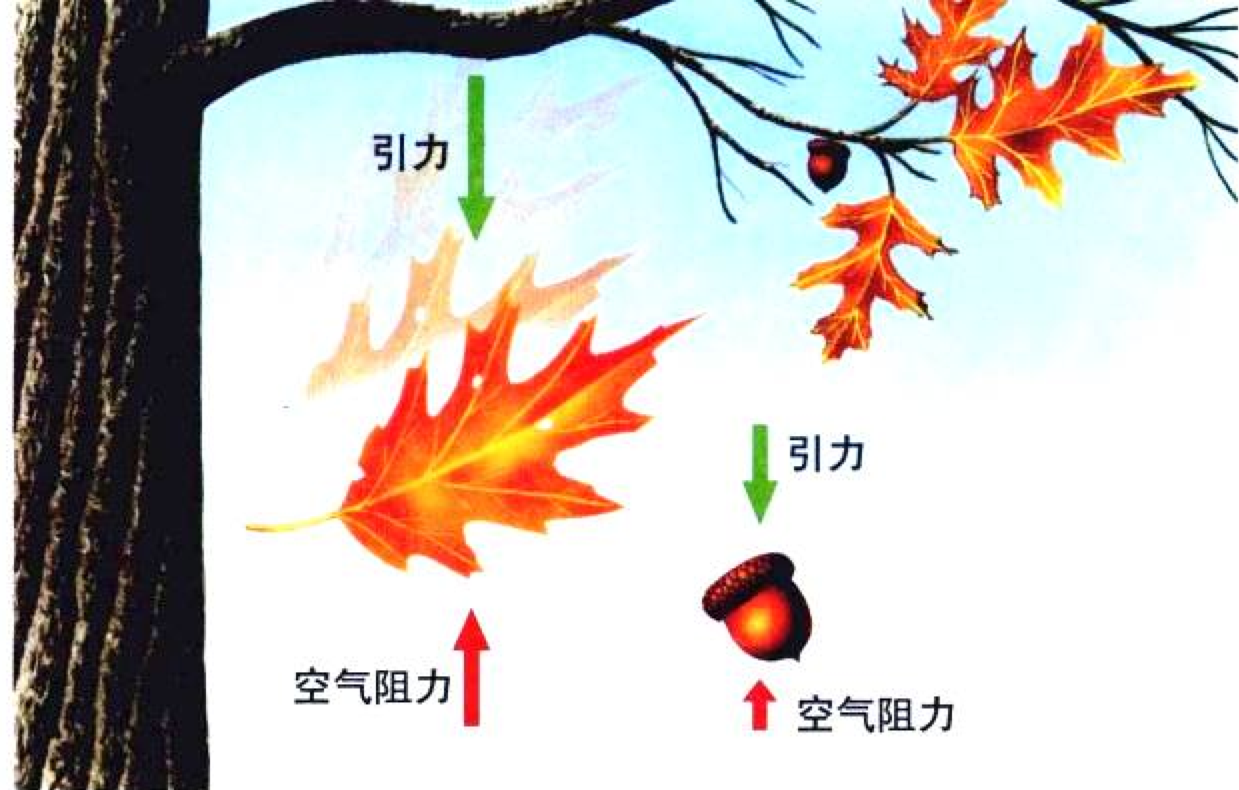
物体自由下落时，加速度有多大？在接近地球表面的地方，由于地球引力而产生的加速度为 9.8 米／秒^2。也就是说，一个物体在下落过程中，每过 1 秒，它的速度就增大 9.8 米／秒。假设一物体从某建筑物的顶部落下，初速度为 0，1 秒后，它的速度就是 9.8 米／秒；2 秒后，速度就增大到了 19.8 米／秒（即 9.8 米／秒 + 9.8 米／秒）；3 秒后，它的速度就达到了 29.4 米／秒。只要物体一直往下落，它的速度就不断地增大。

和质量大小无关，所有物体在做自由落体运动时所获得的加速度都是一样的。乍一看起来这有些让人难以相信。要是你真的不相信，就看看图 2-11A 的实验结果。

图2-11 **A**. 两个不同质量的球落向地面。尽管它们的质量不同，但在真空条件下，它们以完全相同的速度落下。**B**. 在这个特殊装置中，垂直释放一个球，同时向水平方向抛出另一个球，在同一时刻它们离地的高度相同。



平抛运动　要是把一个球往水平方向抛出，而不是让它竖直往下落，会出现怎样的情形呢？一个被抛出去的物体就叫做**抛体(projectile)**。向水平方向抛出去的物体会与竖直往下落的物体同时着地吗？





结果是：向水平方向抛出的物体与竖直下落的物体在竖直方向同样自由下落，水平方向的运动不妨碍它在竖直方向做自由落体运动，两个物体同时着地。



图2-12 下落物体的体积越大，它所受到的空气阻力也就越大。因此如果橡树叶与橡果同时下落，橡果会先着地。

对比 *如果将橡树叶与橡果放于真空中，再让其同时下落，那么哪个会先着地呢？为什么？*

空气阻力 尽管我们都一直假设所有的物体以相同的速度下落，但你知道，事实并非完全如此。你或许看到过一张橡树叶从枝头脱落，在空中漫舞一阵子之后才晃晃悠悠地掉在地上；而几乎与此同时，一颗瓜熟蒂落的橡果却飞快地径直掉到地面上。穿过空气的物体会受到**空气阻力(air resistance)**——一种流体阻力的作用。你肯定还记得物体所受摩擦力的方向与其运动方向相反，因此空气阻力的方向向上。空气阻力的大小因物体不同而不同，物体的体积越大，它所受到的空气阻力也就越大，那也正是橡树叶下落的速度要比橡果小的原因。在真空管里，由于没有空气阻力，所有的物体都以同样的速度下落。

空气阻力随速度的增大而增大。所以当一个物体在下落过程中，随着速度的不断增大，它受到的空气阻力也不断增大，直至最后，空气阻力与引力相等。你肯定也还记得前面我们说过，当物体所受的力达到平衡时，加速度也就不存在了。这时候的速度，也就是物体所能达到的最大速度，叫做**极限速度(terminal velocity)**。

☑ ***想一想*** ***物体做自由落体运动时的加速度多大？***

重力 行星表面的人和物体所受的行星引力就是平时所说的**重力(weight)**。当你踏上放在浴室里的磅秤称体重的时候，实际上你是在测量地球拉你的力的大小。重力和质量表示的意义不同，**重力表示一个物体所受引力的大小，而质量表示物体所含物质的多少。**







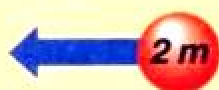






图2-13 两个物体之间的引力因物体的质量以及它们之间的距离不同而不同。

因为重力是一种力，根据牛顿第二运动定律，力 = 质量 × 加速度，可以得出重力的计算公式：

重力 = 质量 × 重力加速度

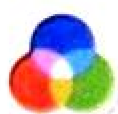
重力通常以牛为单位，质量的单位是千克，重力加速度的单位是米／秒^2，因此一个 50 千克的人在地球表面的重力是：50 千克 × 9.8 米／秒^2 = 490 牛。

万有引力

牛顿认识到地球并不是施加引力的惟一物体，事实上，宇宙中引力无处不在。树上的苹果落向地面是因为地球引力的作用，也正是地球引力使得月球绕着地球转。太阳系中的所有星体都围绕着太阳转，也是因为引力的作用。

牛顿的这一发现，我们称之为万有引力定律。**万有引力定律是指自然界中的所有物体之间都具有相互作用的引力**。宇宙中的任何两个物体，无一例外地相互吸引。也就是说，你不仅被地球所吸引，你同时还被你周围的所有物体所吸引！地球以及你周围的所有物体也一样被你所吸引。

然而，为什么你感觉不到你周围的物体在拉扯你呢？比如，你根本感觉不到这本书对你施加了一个引力。原因就在于，引力的大小取决于相关物体的质量。你与地球之间的引力要远远大于你和书本之间的引力。



与空间科学的综合 尽管在月球或其他星球上，你的质量仍是那么大，但你的重力会发生变化。比如说，一个物体在月球上所受到的月球引力只相当于其在地球表面上的$\frac{1}{6}$。与此相应，你在月球上的重力就

增进技能

计算 活动

只要测出一个物体的质量，你就可以计算出它的重力。

1. 估计一下身边四个物体的重力。

   提示：一个苹果的重力大约为 1 牛。

2. 测出每个物体的质量。要是结果不是以千克为单位，先把它们换算成以千克为单位。
3. 把每个物体的质量乘以 9.8 米／秒^2，就可以得出它们的重力。

   看看你的估计与实际相差多少？

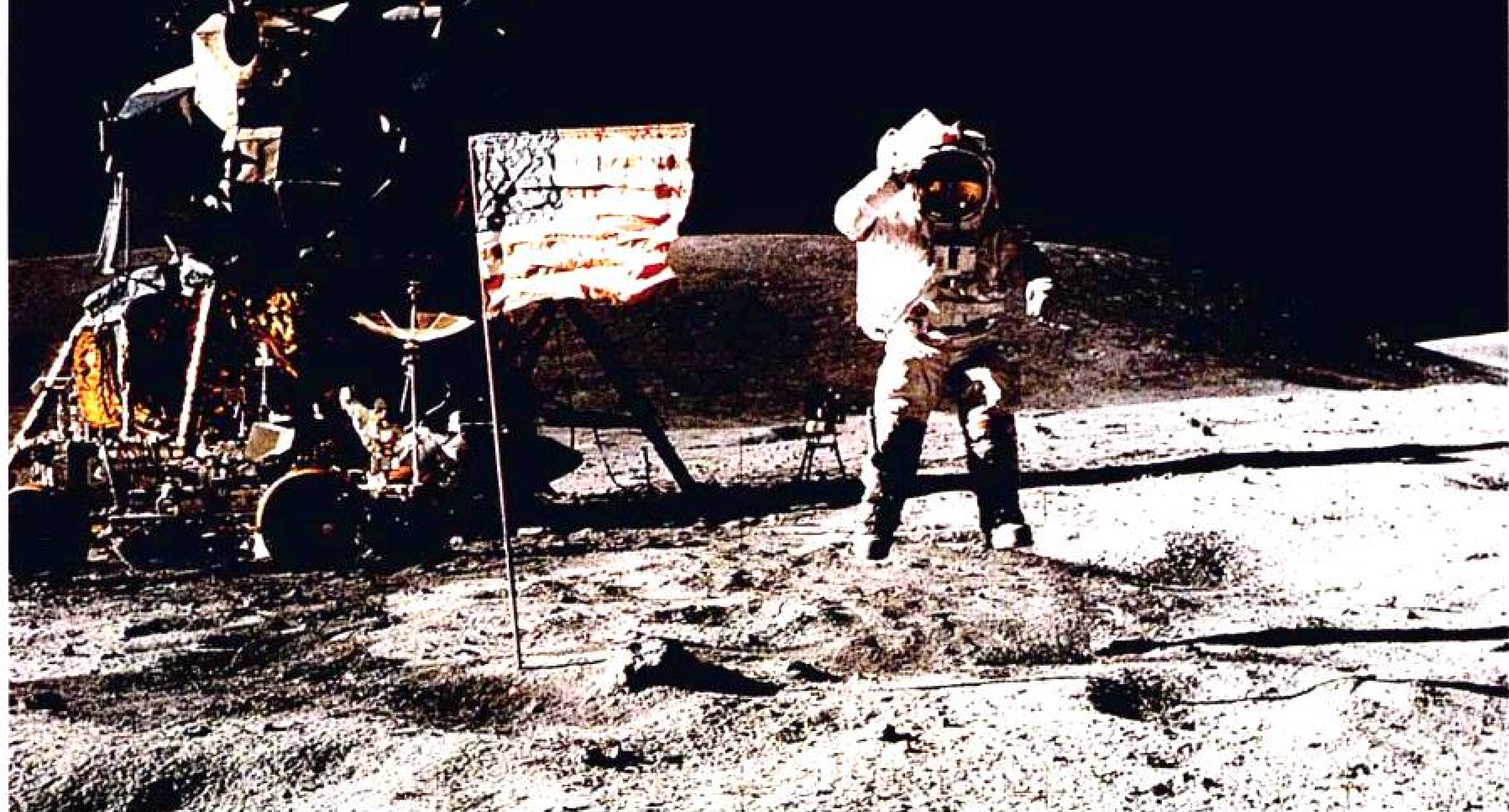


图2-14　在月球上，宇航员跳起来非常轻松。

对比　*宇航员在月球上的质量与重力与其在地球上的质量与重力一样大小吗？*

相当于在地球上的$\frac{1}{6}$，这也正是图2-14中的宇航员跳起来如此轻松的原因。

既然引力的大小与质量有关，你或许会想：那我肯定能感受到像月球与太阳那些巨大的物体的引力了。然而，事实并非如此。原因就在于，引力的大小同时还取决于两个物体之间的距离。两个物体离得越远，它们之间的引力就越小。

在宇航员们登上月球之前，他们已经跨越了巨大的空间距离。在他们飞向月球的时候，他们受到的地球引力变得越来越小，同时，他们受到的来自月球的引力却越来越大。在月球的表面，地球引力作用对宇航员极其微小，可以忽略不计，他只感受到月球的引力。



第三节复习

1. 当相互接触的两个物体发生相对运动时，决定摩擦力大小的因素有哪些？
2. 重力与质量的区别是什么？
3. 用你自己的话来表述万有引力定律。
4. **理性思维**　**解决问题**　一只松鼠往悬崖下释放一颗坚果，3秒后坚果的速度是多大？10秒后呢？（空气阻力忽略不计。记住：重力加速度为9.8米／秒^2。）

课题 2

检查进度

画一辆汽车受力示意图，在图上标出其所受的力，别把摩擦力给忘了。然后，大家讨论一下，减小摩擦力的途径有哪些。

生活实验室

联系生活

防滑运动鞋

适合这次实验的器材是质地功能良好的有特殊底纹的运动鞋。实验中，你将测量不同类型的运动鞋底与桌面之间的摩擦力的大小。



问题

不同类型的运动鞋底与桌面之间的摩擦力有什么区别?

技能

控制变量、分析数据

材料

三种不同类型的运动鞋　砝码
最大刻度为20牛的弹簧秤
最大刻度为5牛的弹簧秤
大号回形针　天平　胶带

实验步骤 

1. 用运动鞋来测量多种情况下的摩擦力，其中包括:
   - 起动摩擦力,即你从静止到开始运动时的摩擦力
   - 往前停止摩擦力,即你从往前运动到静止时的摩擦力
   - 侧向停止摩擦力,即你从侧向运动到静止的摩擦力
2. 准备一张表格，记录每一种运动鞋所受到的各类摩擦力的大小。
3. 测出每只运动鞋的质量，然后往每只鞋子里装砝码，直到每只鞋子加上里面的砝码的总质量都为1千克。注意把砝码均匀地放在鞋子里面。
4. 用胶带把回形针粘在鞋子上，然后把弹簧秤的挂钩勾住回形针，以便测量:
   - 起动摩擦力,此时你得把回形针粘在鞋子的后帮上
   - 往前停止摩擦力,此时你得把回形针粘在鞋子的前面
   - 侧向停止摩擦力,此时你得把回形针粘在鞋子的侧帮上
5. 在测量起动摩擦力的时候，先用最

数据记录表

运动鞋类别	起动摩擦力/牛	侧向停止摩擦力/牛	往前停止摩擦力/牛
甲			
乙			

大刻度为20牛的弹簧秤，如果读数小于5牛，再改用最大刻度为5牛的弹簧秤。拉动运动鞋所需的力就是起动摩擦力。把测量结果记录在表格里。

6. 在测量往前停止摩擦力与侧向停止摩擦力的时候，得用弹簧秤慢慢地以均匀的速度拖动运动鞋。把测量结果记录在表格中。
7. 重复步骤4～6，测得其他类型运动鞋的相关数据。

分析与结论

1. **控制变量**　实验中的自变量及因变量有哪些？为什么？（参照技能手册讨论实验变量。）
2. **观察**　为什么说弹簧秤的读数就是要测量的相应的摩擦力的大小？
3. **分析数据**　哪只鞋子的起动摩擦力最大？哪只鞋子的往前停止摩擦力最大？哪只鞋子的侧向停止摩擦力最大？
4. **得出结论**　要是在鞋子里少放些砝码，是否更能体现人们实际步行时运动鞋所受到的摩擦力？为什么？
   提示：想想运动鞋一般都穿在人们的脚上。
5. **推论**　想一想，为什么在测量后两种摩擦力的时候，得慢慢地以均匀的速度拉着运动鞋？为什么测量起动摩擦力要以静止状态的运动鞋作为实验对象？
6. **提出假设**　你能从本实验中得出运动鞋的类型与摩擦力大小的内在关系吗？根据你的观察，你认为是什么因素使得其中的一种运动鞋的附着力比另一种要好一些？
7. **交流**　画一张力的示意图，说明每种运动情形下运动鞋的受力情况。

实践活动

穿上一双你自己的运动鞋去跑几步，注意观察你的鞋子不同的着地方式。想想鞋子不同的着地方式对鞋子与地板之间的摩擦力有什么影响。设计一个实验，以测出这些变量。



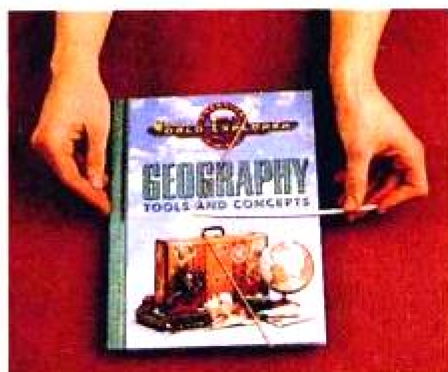
SECTION 4

作用力和反作用力

探 索 **活 动**

一根吸管的推力有多大

1. 把一根橡皮筋箍在一本32开本书的硬封面中央。
2. 在桌面上放四颗玻璃弹子，呈四方形。然后小心地把箍有橡皮筋的书放在弹子的上面。
3. 用一只食指抵住书脊的中央，然后如图中所示，用另一只食指抵着吸管推橡皮筋。



4. 把橡皮筋往前推大约10厘米后，两手同时松开。

思考

推测 你观察到的书及吸管是如何运动的？写一篇报告，推测一下书及吸管的受力情况。

阅读指南

- 什么是牛顿第三运动定律？
- 什么是动量守恒定律？

阅读提示 在阅读本节内容前，先看一下插图，猜猜什么是作用力与反作用力。

试想你是一名宇航员，你正在太空站外面做太空行走。由于过于兴奋，你忘了时间，结果你背包中的燃料在不知不觉中已经消耗殆尽。你将怎样回到太空站？尽管你的背包已经空了，但是只要你把它给扔了，照样能够回到太空站。要知道这是为什么，让我们先来学习牛顿第三运动定律吧。

牛顿第三运动定律

牛顿认识到力并不是单向的。只要一个物体对另一个物体施加了力，受力的物体反过来也肯定会给施力的物体施加一个力。这两个力大小相同，方向相反。牛顿把其中的一个力叫做作用力，把另一个力叫做反作用力。**两个物体之间的作用力与反作用力总是大小相等，方向相反，这就是牛顿第三运动定律。**

大小相等，而方向相反 你应该对牛顿第三运动定律在现实生活中的实例非常熟悉。你的周围就有许多作用力与反作用



图2-15 榔头向钉子施加了一个作用力，把钉子敲进木头中去。与此同时，钉子反过来也向榔头施加一个反作用力，使榔头的运动突然停下来。

力。不知你是否看到过花样滑冰运动中两个滑冰运动员彼此推对方的情形。你是否注意到，在此情形下，不仅那个被推的运动员动了起来，那个推人的运动员也同时动了起来。推人的运动员受到一个大小与推力相等，而方向相反的力。



图2-16 只要其中的一名滑冰者轻轻地推对方，她的伙伴就会以相同大小的力反作用于她，即便伙伴并没有主动那么做。

应用概念 *可以用来解释上面这个现象的是牛顿的哪一个运动定律？*

上述情形中，运动员滑行的速率取决于他们各自的质量。如果他们的质量相等，他们滑行的速率就相同；如果质量不相等，那么质量大的人向后滑行的速率就会小一些。尽管作用力与反作用力大小相等，方向相反，但同样大的力作用于一个质量大一些的物体时，产生的加速度就会相应地小一些，这可以由牛顿第二运动定律得到。

现在你肯定知道怎样结束你的太空行走回到太空站了吧。为了得到推你回太空站的那个力，你需要在某个物体上推一把。你可以把肩上的背包卸下来，然后把它推开，于是背包就会反过来给你一个大小相等的反作用力，从而把你安全地送回太空站。

作用力和反作用力的应用 现实世界中到处都是利用牛顿第三运动定律的例子。当你行走的时候，你的脚朝地面往后推，于是，你的脚就获得了一个大小相等的反作用力。你之所以能够往前走，是因为地面给了你一个推着你向前的力！鸟通过翅膀给空气施加了一个力，空气反过来给它的翅膀施加了一个大小相等的力，于是推着鸟儿顺利往前飞。

与生命科学的综合 鱿鱼的游动用到了牛顿第三运动定律。它从腹腔中喷出水，给水施加了一个力，与此同时，水就会给它一个大小相等、方向相反的力，这样，鱿鱼就能在水中行动自如了。

图2-17 当鱿鱼喷出腹腔中的水时，能将水流往后推，而鱿鱼就能向前（图中是朝右方向）运动了。鱿鱼施加在水上的力就是作用力。







图 2-18 左图中，运动员的手腕对球施加了一个作用力。在右图中，球对两名运动员均施加了反作用力。

图解 *在右图中，哪些力相互抵消了？哪个力没有被抵消？球将如何运动呢？*

作用力和反作用力能相互抵消吗 在本章的第1节，你已经学过平衡力的概念，即两个大小相等、方向相反的力的合力为零。换句话说，平衡力能相互抵消，它们不会改变物体的运动状态。牛顿第三运动定律中的作用力与反作用力也是大小相等、方向相反的力，它们会不会相互抵消呢？

要回答这个问题，你就得考虑力的作用对象了。在图 2-18B 中的两位运动员，当他们朝相反的方向击球时，分别对球施加了一个力。如果两个力大小相等，而方向相反，那么这两个力相互抵消，球既不会往左移，也不会往右移。

然而，牛顿第三运动定律描述的是作用在两个不同物体上的力。如图 2-18A 所示，如果只有一个运动员击球，运动员给球施加了一个向上的作用力；同时球向运动员的手腕施加了一个大小相等、方向向下的反作用力。其中的一个力作用在球上，另一个力作用在运动员身上。力只有作用于同一物体时才能相加，而这两个力作用在不同的物体上面，它们不能相加。

☑ **想一想** **为什么作用力与反作用力不能相互抵消？**

动　量

当牛顿提出第三运动定律的时候，他用了两个不同的词汇来描述物体的运动状态。一个是“速度”，另一个是他称之为“运动的量”的概念。那么，什么是“运动的量”呢？今天我们把它称为“动量”。物体的**动量 (momentum)** 由物体的质量与速度决定。

动量 = 质量 × 速度

动量的单位是什么？因为质量的单位是千克，速度的单位是米／秒，所以动量的单位就是千克 · 米／秒。像速度和加速度一样，动量也有方向和大小。物体的动量方向与物体的运动方向相同。

物体的动量越大，就越难让它停下来。比如说，你可以抓住一个以 20 米／秒飞行的垒球，却不能挡住一辆以同样速度行驶的汽车。为什么汽车的动量要比垒球大呢？原因是汽车的质量要比垒球大得多。

如果物体的质量很小，而运动速度很大，它的动量也可能很大。比如，一颗从枪膛中射出的子弹，尽管它的质量很小，但它具有很大的运动速度，因而具有很大的动量。

例题

哪个物体的动量大：一个以 1.5 米／秒的速度运动的 3 千克的铁锤的动量大，还是一个以 0.9 米／秒的速度运动的 4 千克的铁锤的动量大？

分析　已知两个不同物体的质量和速度，求它们的动量。

写出公式　**动量 = 质量 × 速度**

替代与运算　**(a) 3 千克 × 1.5 米／秒 = 4.5 千克 · 米／秒**

(b) 4 千克 × 0.9 米／秒 = 3.6 千克 · 米／秒

思考　小铁锤的动量反而比大铁锤的动量大，原因是小铁锤的速度大，几乎是大铁锤的 2 倍。

练习题

1. 一个高尔夫球的飞行速度为 16 米／秒，质量为 0.045 千克；而一个垒球的飞行速度为 7 米／秒，质量为 0.14 千克。请问哪个球的动量大？
2. 一只以 15 米／秒的速度飞行、质量为 0.018 千克的鸟的动量多大？

A

碰撞前



(30 000 千克 × 10 米／秒)+(30 000 千克 × 5 米／秒)=(450 000 千克 · 米／

碰撞后



(30 000 千克 × 5 米／秒)+(30 000 千克 × 10 米／秒)=(450 000 千克 · 米／

图 2-19　若没有摩擦力，两节火车车厢相撞后，不管它们随即分开还是就此连在一块，它们的动量守恒。

图解　*哪幅图中 x 车厢的动量全部转移到了 y 车厢?*

动量守恒

我们知道，要是有人从背后撞了你，你就会获得向前的动量。运用动量知识，可以很好地解释两个物体发生碰撞而出现的一些现象。假设没有摩擦力，两个物体相撞，它们的动量不会丢失，这就是动量守恒定律。根据**动量守恒定律(law of conservation of momentum)**，相互作用的物体在作用之前和作用之后的总动量保持不变。**如果没有外力作用在这些物体上面，任何一组物体的总动量保持不变。**摩擦力便是一种外力，因此考虑摩擦力时，动量不守恒。

在学习这一定律的详细内容之前，你应该知道在物理学中，守恒跟事前与事后的情况相关，量的守恒就意味着作用前后的数值没有发生变化。

两个运动物体相碰撞后分开　观察图2-19A中所示的在同一轨道上以相同的方向运动的两节车厢，x车厢以10 米／秒的速度运行，而y 车厢以 5 米／秒的速度运行。最终，x 车厢将赶上并碰撞y 车厢，在碰撞过程中，每节车厢的运行速度都发生了变化。x车厢的速度减小为5 米／秒，而y 车厢的速度增大到 10 米／秒。然而，动量仍然保持不变，一节车厢的动量减小的同时，另一节车厢的动量增大了。

一个运动物体与一个静止物体碰撞后分开　假设 x 车厢以10 米／秒的速度沿着轨道碰撞静止不动的y 车厢，即如图 2-19B 所示，碰撞过后，x 车厢不再运动，而 y 车厢开始运动。尽管情况发生了变化，但动量仍然守

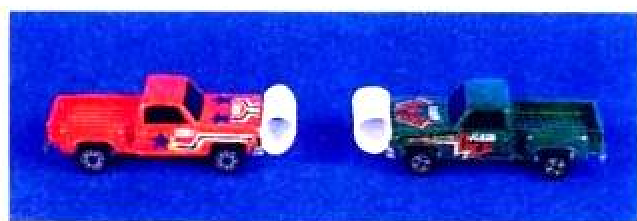
试一试

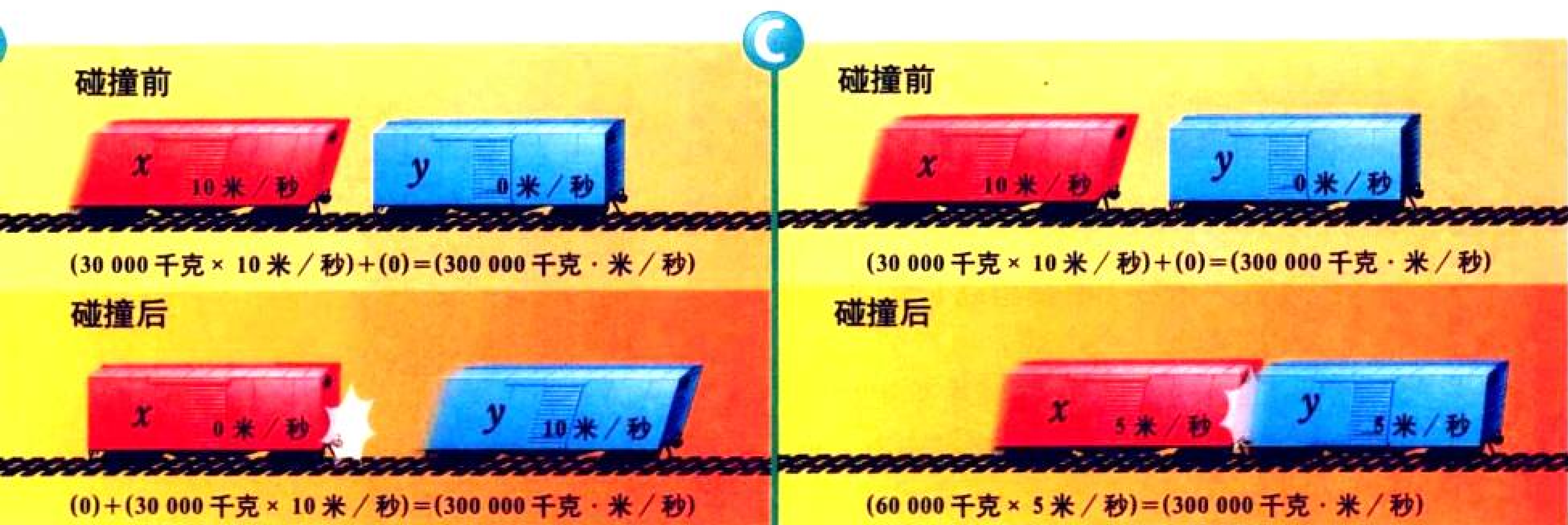
撞车　活动

即使是玩具车相撞，它们的动量也总是守恒的。

1. 找出两辆完好的一模一样的玩具车。
2. 用胶带纸做两个卷（粘的一面朝外）。把其中的一个卷粘在一辆车的前面，而另一卷则粘在另一辆车的后部。
3. 把后部粘有胶带卷的车子放在地板上，然后轻轻地推动另一辆车，让它撞上那辆车子的后部。动量守恒吗？你是怎么知道的？

预测　要是你把胶带卷都粘在两辆车子的前面，然后让它们以相同的速度迎头相撞，会发生怎样的情形？在这种情况下，它们的动量还守恒吗？检验一下你的预测。





恒。总的动量在碰撞前后保持不变。只是，这次x车厢的动量全部都转移到了y车厢。

一个运动物体与静止物体碰撞后合在一起 现在我们假设两节车厢相碰撞后合在一起，而不是撞开去。这种情况下，动量还能守恒吗？回答是肯定的。从图2-19C中你可以看到，两车厢相撞之前的总动量是300 000千克·米／秒。两车厢相撞之后合在一起，成为一个整体，总质量为60 000千克（30 000千克＋30 000千克）。两车厢合在一起后的运动速度为5米／秒，即相当于相撞之前的x车厢的运动速度的$\frac{1}{2}$。由于质量增加了1倍，要保持动量不变，运动速度就减至原来的$\frac{1}{2}$。



第四节复习

1. 根据牛顿第三运动定律，作用力与反作用力的关系如何？
2. 怎样理解动量守恒？
3. 假设你和一个朋友在溜旱冰，他的质量刚好是你的1倍。你推朋友的力与朋友推你的力比起来哪个大？你们获得的加速度哪个大？
4. **理性思维** **对比** 一只以6米／秒速度游动的、质量为250千克的海豚的动量，与一只以2米／秒速度游动的、质量为450千克的海牛的动量相比，哪个大？

课题 2

检查进度

为你自己设计一辆汽车，看看你的车子是否按照牛顿第三运动定律驱动。在你画的示意图上标出车子施的力，以及让车子动起来的力。是什么力使车子动起来？向同学解释你的示意图。

SECTION 5 人造卫星

探索 活动

是什么使一个物体做圆周运动

1. 在一段线（不要超过1米）的一端系上一个小球。
2. 快速旋转小球，让它在竖直平面内做圆周运动。让周围的人离得远点，也别松手。
3. 预测一下，要是你减小旋转的速度，会出现什么样的情形。检验一下你的预测。
4. 预测一下线的长短对小球运动的影响。看看你的预测是否准确。



思考

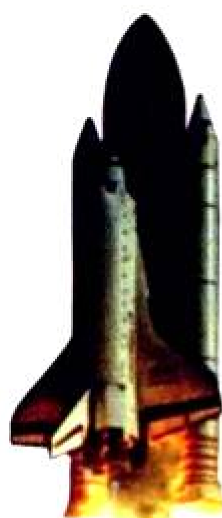
形成可操作定义 描述图中小球的运动情况。你怎么知道线施加了一个力？

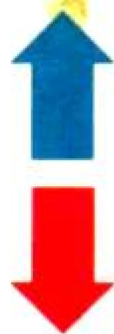
阅读指南

- 火箭是如何升空的？
- 是什么使卫星留在轨道上？

阅读提示 在阅读时，把描述火箭与卫星的要点及相关细节列出来。

要是你置身于美国佛罗里达卡纳维拉尔角现场观看一次太空飞船发射，你会看到怎样的情形呢？扩音器里传来了发射倒计时读秒声，10，9，8，7，6，5，4，3，2，1，白色的水蒸汽从火箭的底部喷涌而出，随着一声浑厚、低沉的巨响，火箭离开发射平台，升入空中，并开始倾斜、旋转。声音震耳欲聋，大地也在晃动。人们一片欢腾，火箭慢慢地消失在天空中。





火箭是如何发射升空的

克服地球引力把火箭送入太空的伟大壮举可以用牛顿第三运动定律来解释。**火箭之所以能够升入太空，是因为火箭内储存的燃料燃烧产生气体，当这些气体喷出箭体的时候，它们给火箭施加了一个大小相等、方向相反的反作用力。**只要这一往上的反作用力比向下的地球引力

图2-20 作用力把火箭燃烧释放出来的气体向下推，反作用力把火箭送入了太空。

要大，火箭就受到一个向上的合力，也就能加速向上运动。

想一想 ***当发射火箭的时候，反作用力的方向是怎样的？***

什么是卫星

火箭常被用来把卫星送入太空。**卫星(satellite)**是指宇宙空间中围绕一个行星运转的任何一个物体，人造卫星是指被送入轨道围绕地球运转的物体。人造卫星有多种用途，比如用于太空研究、通信、军事侦察、气象观测以及地球资源普查等。

圆周运动 人造卫星绕地球运转的轨道近似一个圆。你肯定还记得做圆周运动的物体的加速度之所以不断地变化，是因为它不停地改变运动方向。要改变一个物体的速度，就必须有一个改变它运动状态的作用力。导致物体做圆周运动的力叫做**向心力**(centripetal force)。对于人造卫星而言，向心力就是把它往地心拉的地球引力。

卫星运动 既然引力把人造卫星向地球拉，为什么人造卫星不会像抛入空中的球一样往下掉呢？答案是，人造卫星不是笔直往太空运动的，而是绕着地球转动。举个例子，如果你把一个球往水平方向抛出去，球在向地面运动的同时，也在向前运动。你扔的速度大些，它着地的地方就离你远一些。你扔出去的速度越大，球着地点就离你越远。

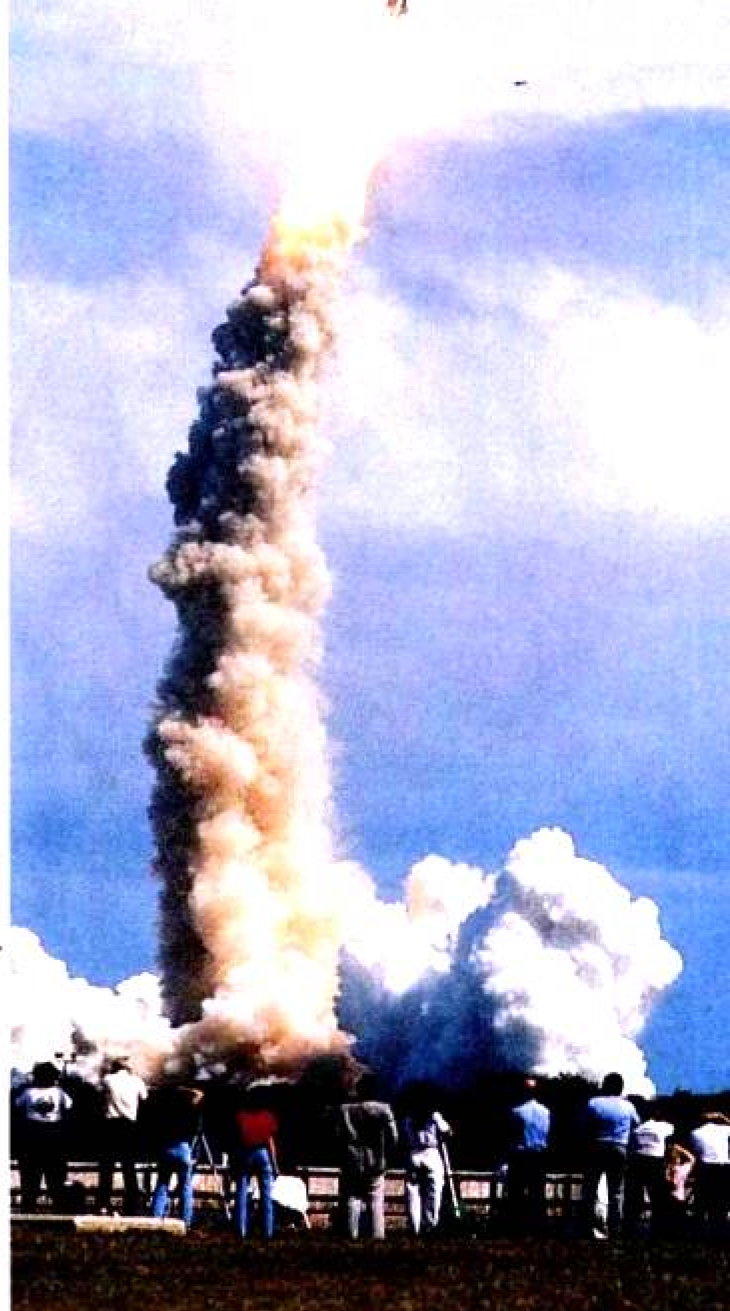
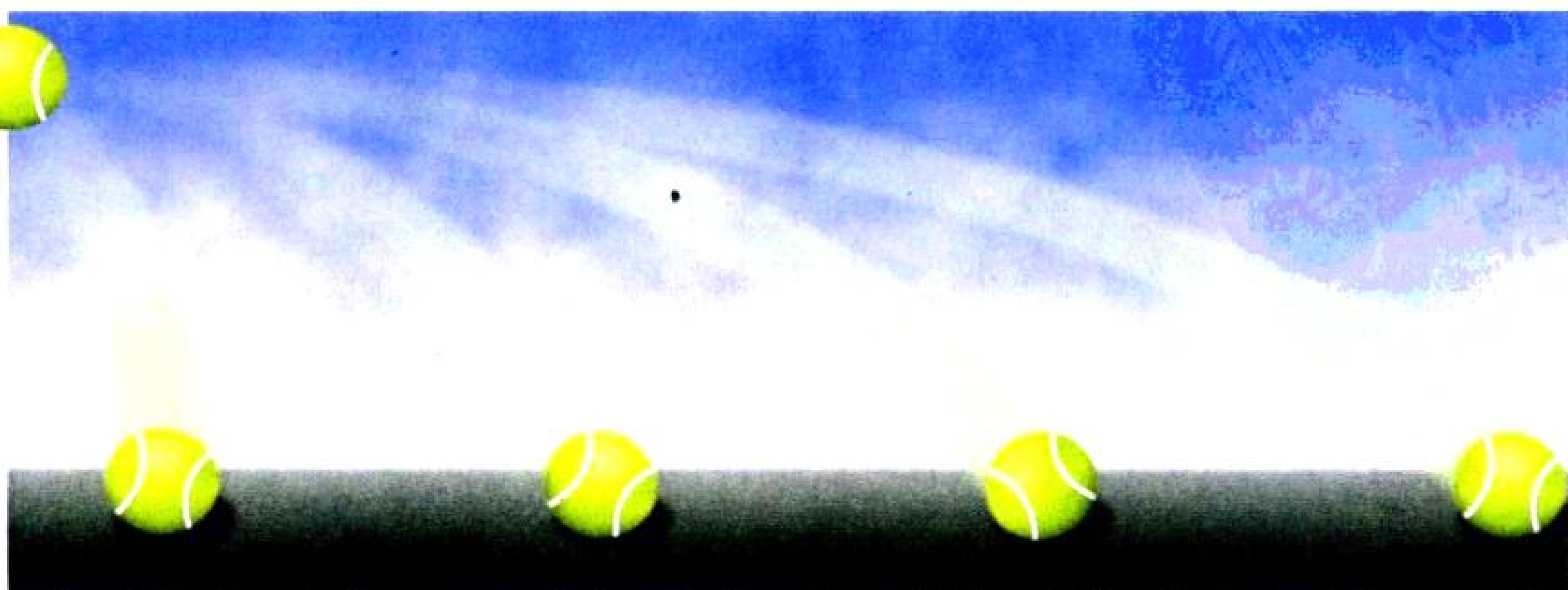


图 2-21 随着火箭越升越高，它的飞行轨迹就越来越倾斜。它的飞行轨迹最终与地平面平行。***预测*** *导致加速度变化的力的方向是如何变化的？*

图 2-22 就像图中的球一样，抛体被抛出去的速度越大，它着地之前飞行的距离也就越远。



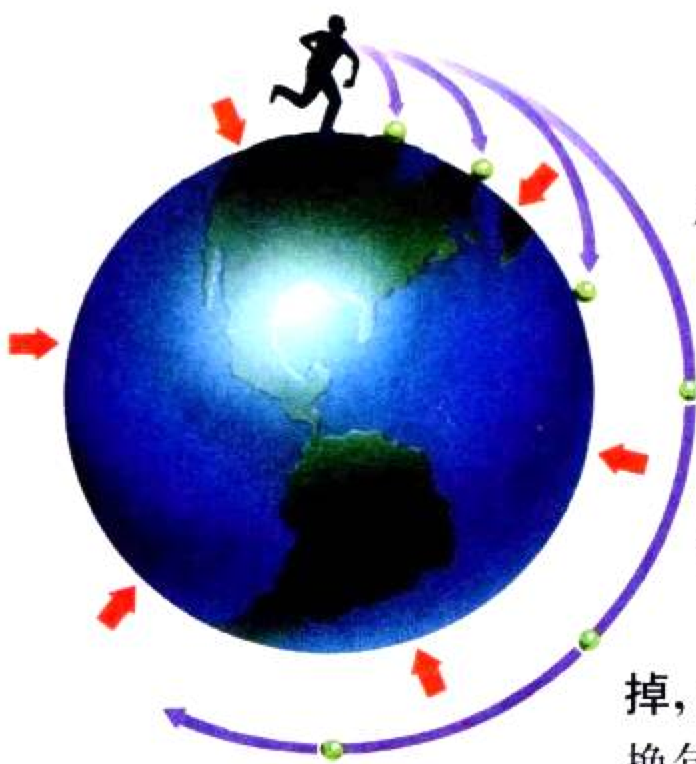


图 2-23 一个物体只要以足够大的速度抛出去，它就能绕地球做圆周运动。

图解 *地球的引力总是指向地心。在运动轨迹的任一点上，引力方向与物体运动方向的关系是怎样的？*

牛顿当时想，要是站在一座高山之巅，以所希望的速度把一块石头扔出去，之后会出现怎样的情形呢？出手的速度越大，石头的着地点就越远。在某一速度上，扔出的石头的运动轨迹将与地球曲面相吻合。此时，尽管有地球引力的作用，石头仍然不断地往地面上掉，但是地球表面的曲率刚好抵消了其运行轨道下降的幅度，石头将始终绕着地球做圆周运动，如图 2-23 所示。

在环绕地球的轨道上运行的卫星尽管一直往地球表面掉，但由于地球表面呈曲线形，所以它们仍然围绕地球运转。 换句话说，卫星是一个一直往地球表面掉却不会掉到地面上的抛体。因为惯性的原因，卫星不需要燃料而能不停地运动，同时，地球引力不停地改变卫星的运动方向。把一个物体送入地球轨道所需要的最低速度是 7 900 米 / 秒。这一速度几乎是一个垒球投球手能扔出的最大速度的 200 倍。

卫星定位 有些卫星与航天飞机一样，通常定位在较低的轨道上，在低轨道上绕地球一周一般大约需要 90 分钟。另有一些卫星被送入较高的轨道上，在那样的轨道高度，卫星运转的速度要小一些，绕地球一周所需的时间也相应要长一些。如通信卫星，一般就在离地球 40 000 千米的轨道上运行，它们绕地球一周大约需要 24 小时。由于地球每天自转一周，所以定位在赤道上空轨道上的通信卫星总是停留在地球表面上方的某一点。



第五节复习

1. 用作用力与反作用力解释火箭发射的原理。
2. 在轨道上的卫星为什么不会掉下来？
3. 卫星之所以在轨道上不会掉下来，是因为地球引力作用不到它，这样的说法对不对？为什么？
4. **理性思维** **应用概念** 当火箭越升越高，空气阻力也随着空气变得稀薄而减小；同时，随着火箭离地球越来越远，地球引力也变得越来越小；再者，随着燃料的不断燃烧，火箭的质量也变得越来越小。请解释一下这些因素对火箭加速度的影响。

身边的科学

在一只小塑料桶里装上半桶水，然后把它搬到户外。叫你的家人试试，能不能让水桶在竖直平面内做圆周运动。向他解释，要是水桶转的速度足够大的话，桶里的水就不会甩出来。告诉你的家人，只要水桶下落的速度与桶里的水下落的速度一样快，水就会老老实实地呆在桶里。把这个现象与卫星虽受引力作用却仍能留在轨道上的事实作个比较。



SECTION 1 力的性质

知识要点

- 所有作用在同一物体上的力的矢量和叫做合力。
- 非平衡力将改变物体的运动状态，平衡力不改变物体的运动状态。
- 根据牛顿第一运动定律，一切物体总保持匀速直线运动状态或静止状态，直到非平衡外力迫使它改变这种状态为止。

关键术语

力　　平衡力
合力　　惯性
非平衡力　　质量

SECTION 2 力、质量和加速度

知识要点

- 牛顿第二运动定律，即作用于物体上的合力是产生加速度的原因。

关键术语

牛顿

SECTION 3 摩擦力和引力

知识要点

- 摩擦力是两个物体表面相互接触、摩擦产生的力。
- 重力表示一个物体所受引力的大小，而质量表示一个物体所含物质的多少。
- 引力存在于宇宙中的所有物体之间。

关键术语

摩擦　　自由落体
滑动摩擦　　抛物体
滚动摩擦　　空气阻力
流体摩擦　　末速度
引力　　重力



SECTION 4 作用力和反作用力

知识要点

- 牛顿第三运动定律，即只要有一个力作用于某个物体上，这个物体就会施加一个和它大小相等、方向相反的反作用力。
- 物体的动量等于它的质量与速度的乘积。
- 动量守恒定律，即只要没有外力的作用，物体系的总动量在作用前后保持不变。

关键术语

动量
动量守恒定律

SECTION 5 人造卫星

与空间科学的综合

知识要点

- 火箭燃烧燃料产生气体，并把这些气体往下推；与此同时，这些气体给火箭施加了一个和它大小相等、方向向上的推力。
- 尽管地球引力把卫星往地面拉，但卫星仍然留在轨道上，是因为卫星的运动速度非常大，卫星往下掉的幅度与地球表面的曲率刚好抵消。

关键术语

卫星　　向心力



活动

相关网站

www.science-explorer.phschool.com

第2章复习

复习题

选择题

选择最佳答案。

1. 两个力作用于同一物体上，它们大小相等而方向相反，这两个力叫做____。
   a. 摩擦力　　b. 平衡力
   c. 向心力　　d. 引力
2. 非平衡力作用于一个物体上，这个力将____。
   a. 改变物体的运动状态
   b. 被另外一个力抵消
   c. 不改变物体的运动状态
   d. 与这个物体的重力相等
3. 物体保持原有运动状态的属性，叫做____。
   a. 惯性　　b. 摩擦力
   c. 引力　　d. 重力
4. 根据牛顿第二运动定律，力等于质量乘以____。
   a. 惯性　　b. 重力
   c. 方向　　d. 加速度
5. 一个物体的质量乘以它的速度，叫做____。
   a. 合力　　b. 重力
   c. 动量　　d. 引力

判断题

如果叙述正确，就写“T”；如果错误，写“F”，并修改划线部分。

6. 根据牛顿第三运动定律，当你给物体施加一个力，那个物体反过来施加给你的力要大于你所施加的力。
7. 质量表示一个物体所含力的多少。
8. 重力表示作用于一个物体上的引力的大小。
9. 守恒在物理学中的含义是指某个量在作用前后保持不变。
10. 使得卫星环绕地球运动的力是引力。

简述题

11. 解释为什么一张平整摊开的纸与揉成一团的纸同样从2米高的地方扔下来，其下落的速率不一样。
12. 解释力、质量与加速度的关系。
13. 为什么像油一样滑的液体，能够减小物体间的滑动摩擦？
14. 一个学生把一块橡皮往水平方向抛出，掉在5米外的地上。同时，另一学生在同一高度释放一块橡皮，使它做自由落体运动。请问哪一块橡皮先着地？为什么？
15. 你在小行星上的质量和重力，哪个值比在地球上的小得多？
16. 为什么运动员的鞋子上有防滑钉？
17. 当你往人行道上扔下一只高尔夫球的时候，高尔夫球会弹起来。高尔夫球弹起来需要外力吗？如果需要的话，是什么物体施加了这个力？
18. 画一幅环绕地球运动的卫星示意图。卫星有加速度吗？
19. **科技写作**　假如你现在是当地一家电视台的记者，你想在节目中点缀一些物理学方面的知识。请你给晚间新闻写一篇报道，描述某个事件中涉及到的力学知识，并给你的报道取个醒目的标题。

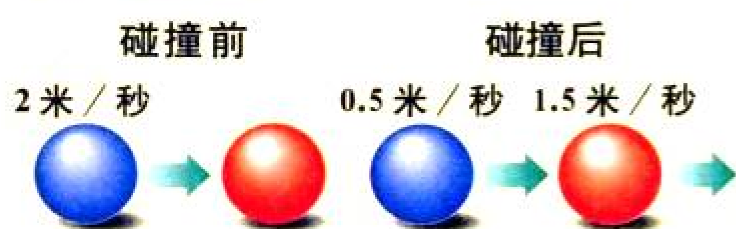
形象思维

20. **对比表**　在一张纸上抄下下表，然后把相关内容填入表中。（有关对比表方面的知识请参照技能手册。）

力	力的方向	决定力大小的因素
摩擦力	a. ?	b. ?
引力	c. ?	d. ?

运用技能

用下面两球相碰撞的事例来回答第 21～23 题。



21. 计算 假设两个球的质量都是 0.4 千克，用动量公式算出两个球在碰撞前后的动量分别是多少。

22. 推论 算出碰撞前以及碰撞后的总动量，看看是否遵循动量守恒定律，并作出解释。

23. 设计实验 设计一个实验，证明如果摩擦力太大，动量就不再守恒。

理性思维

24. 对比 要是你从手划船中站起来往码头上跨一步，弄不好你就会掉到水里。解释为什么会发生这种情况。这与在陆地上往前跨一步有什么相同的地方？又有什么不同的地方？

25. 解决问题 如果一辆玩具火车的质量为 1.5 千克，并以 20 米／秒^2 的加速度运动，请问作用于这辆车上的力有多大？

26. 应用概念 当滑板车快速往前滑的时候，滑板车的轮子突然卡在了人行道上的一条裂缝中。用惯性解释将要发生什么现象。

27. 预测 往地上丢一张纸，然后把它捡起来搓成一团，在与原先相同的高度把纸团往下掉。看看哪个着地所需的时间短，并解释原因。

学 习 评 估

课题 2 总 结

成果展示 你是否已经测试过你的车子，确信它在教室的地面上能够正常行驶？你的车子会不会超越老师划定的界限？说出作用在车上的所有的力。请你至少列出你的车子在设计方面的三个特点，而且它们必须是有助于提高车子性能的特点。比如说，你是否把车子设计为流线型，以此来减小空气阻力。

思考与记录 你的车子受到的摩擦力的主要来源是什么？克服摩擦力最有效的途径是什么？请在笔记本中记下你的车子的优缺点。

实践活动

在家中 看看你家中哪些物体之间会产生摩擦力。不管它们是利是弊，画出示意图，同时找出减小摩擦力的途径，比如加注润滑油等。

第三章 流体力学

主要内容

SECTION 1 压强

探索　你能把放在瓶子里的气球吹大吗

增进技能　推论

生活实验室　旋转喷水器

SECTION 2 流体中压强的传递

探索　压强怎样变化

SECTION 3 漂浮与下沉

探索　怎样用一根吸管来测量液体的密度

增进技能　测量

技能实验室　研究漂浮物体受到的浮

试一试　沉浮子

课题 3

制作船模型

长着一对有力的后腿，要是在陆地上，青蛙一跳能跃过几倍于自己体长的距离。背景图中，青蛙并没有用力，任凭水托着它的身体，慢悠悠地游着。决定一个物体浮在水面上还是沉入水底的不仅仅是它自身所受的重力。在这一章中，你将学习水以及其他流体中有关力的现象。你将了解力是如何使一个物体浮在水面或沉入水下的。你也将了解到一些装置在水中的工作原理。

课题目标 造一艘能够浮在水面上并能运载货物的船。为了造出一艘尽可能好的船，你首先得比较一下各种造船材料和设计方案。

你的船必须:

- 是全部用金属材料制成的;
- 能够承载 50 个 1 元硬币，而且保持 10 分钟内不进水;
- 符合附录中的安全守则。

课题准备 开始之前先想想真实船的模样，然后找一些能够用来造船的普通金属用品。你也许得先看看第三节，这样你可以知道更多使物体能浮在水面上的一些知识。

检查进度 在学习这一章内容的同时，进行课题的研究。为保证课题按时完成，在以下各阶段检查进度。

第二节复习，第 89 页：试验船的外形以及选用的材料。

第三节复习，第 96 页：测出船的质量，修改设计方案。

总结 在本章的结束（第 103 页），你可以让船下水了，看看它能否浮在水面上，是否承载得了那些硬币。

青蛙将头浮出水面，只是为了等待早餐从嘴边飞过。

与技术科学的综合

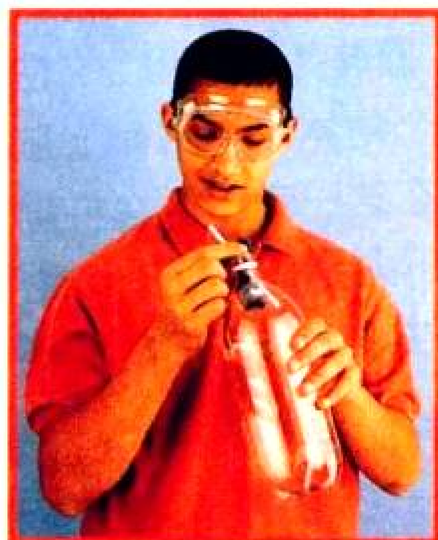
SECTION 4 伯努利定律的应用

探索 水将把汤匙往外推，还是往里拉

SECTION 1

压强

探索 活动



你能把放在瓶子里的气球吹大吗

1. 往一只空瓶子的瓶口嵌入一只气球，试着把气球吹大。
2. 在瓶口与气球间插入一根吸管，吸管的一端露在瓶口外，就像图中显示的那样，再试着把气球吹大。

思考

推论 插进一根吸管后，情况是否发生了变化？如果的确如此，请做出你的推断，解释其中的原因。

阅读指南

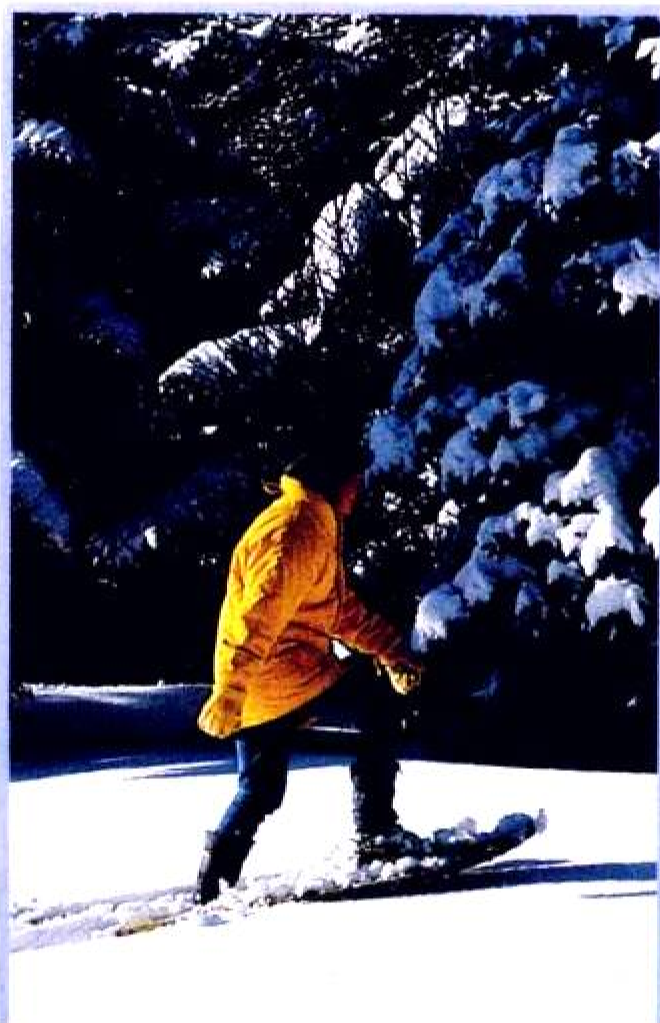
- 流体中的压强是怎样产生的？
- 流体压强的变化与高度和深度有怎样的关系？

阅读提示 在学习本节之前，请你写下自己对压强的了解。随着学习的深入，看看你对压强的理解与原先有什么不同。

你肯定曾听到过朋友对你这样抱怨说："我的压力真是太大了！"她说这句话可能是因为她在一天当中得参加两场考试。这样的压力一两天之后也就过去了。但是，我们每个人都受到一种永远都不会消失的压力。这种压力，也就是你即将要学到的，是由围绕在你周围的空气所产生的大气压力。

什么是压强

压强与压力有关，压力指垂直作用在物体表面上的力。例如，当你推墙的时候，你就对墙施加了压力；你站着的时候，引力会把你往地心拉，你的鞋底就会挤压地面，给地面一个压力。



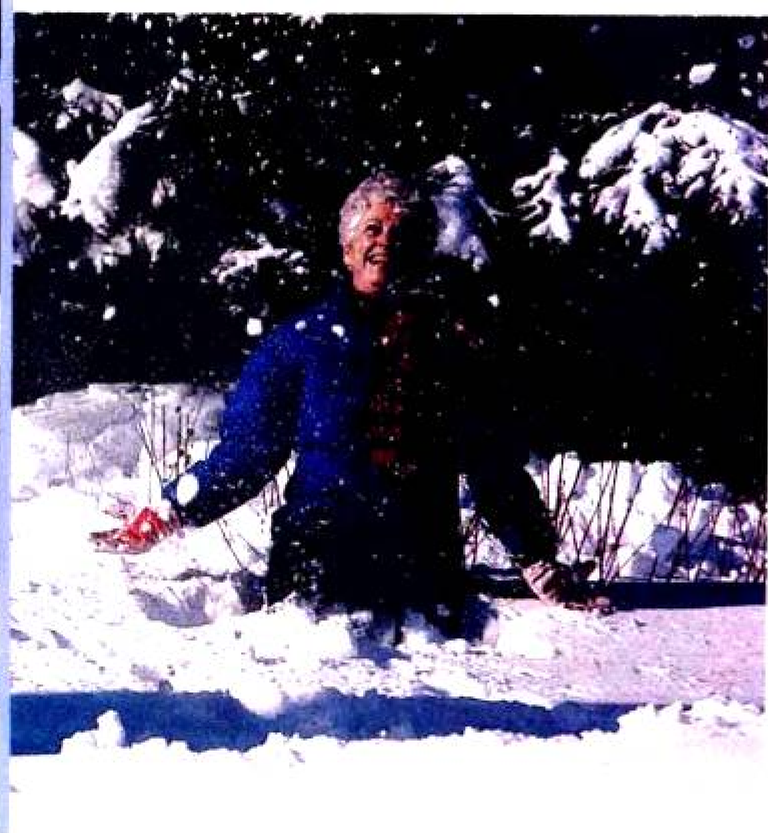


图 3-1 穿上雪橇，在厚厚的积雪上行走起来就容易多了。右图中的这位妇女多么希望也有一双雪橇啊。

压力和压强 设想你正在厚厚的积雪中行走，通常，你会像图 3-1 中那位妇女一样陷到雪里。但是，如果你事先穿上一双雪橇，尽管施加在雪上的向下的那个力的大小仍等于你所受的重力，你却不会陷下去。这是为什么呢？

其实，原因就在于你的体重的分布情况发生了变化。当你的体重分布在面积较小的鞋子上时，你就会陷入雪中；而当你的体重分布在面积大得多的雪橇上时，这种情况就不会出现。较大的受力面积使得你对雪向下的压强减小了。由此可见，虽然压力和压强密切相关，但它们的含义不同。

压强的计算 压力、受力面积和压强的关系可以用下面的公式来概括，即：

$$压强=\frac{压力}{受力面积}$$

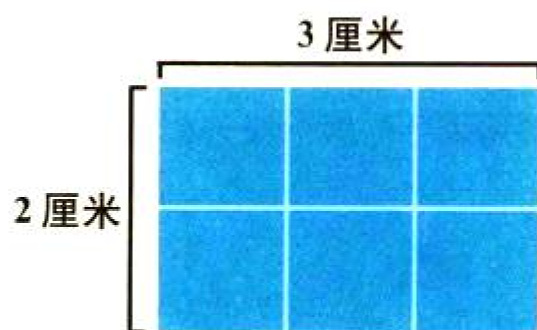
压强 (pressure) 等于压力除以受力面积。压力的单位是牛，而面积的单位是米^2，因此压强的国际单位是牛／米^2，通常也称为**帕 (Pa)**：1 牛／米^2 = 1 帕。

小的单位使用起来往往更方便，比如说，我们用的更多的是厘米^2，而不是米^2。如果用厘米^{2}做面积单位的时候，压强的单位就是牛／厘米^2。

数学工具箱

面积

面积是用来表示某个物体表面大小的。矩形的面积等于长乘以宽，下面这个矩形的面积是 3 厘米 × 2 厘米 = 6 厘米^2。



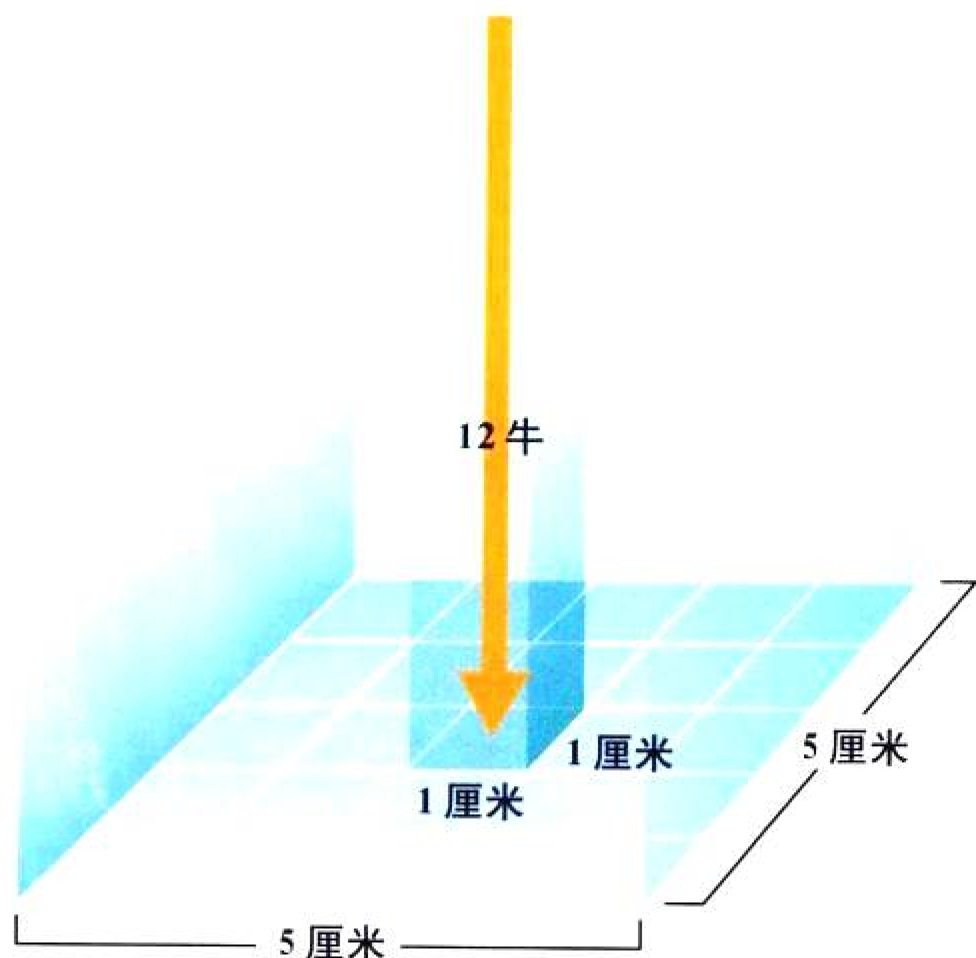


图 3-2 图中的流体作用在每平方厘米上的力是 12 牛，所以其压强为 12 牛／厘米^2。
解决问题 *作用于整个容器底面的力共有多大？*

增进技能

推论 活动

要是你想从左边的瓶子里喝上一口果汁，你还能够如愿以偿；但你若想从右边的瓶子里喝一口果汁，解解渴，那就很难办到了。



那么，图中的这两只瓶子有什么不同呢？你能总结一下怎样才能通过吸管喝到瓶子里的果汁吗？作出你的推论，解释为什么从左边这只瓶子里你能喝到果汁，而从右边那只瓶子里你却喝不到。

你可以通过增大受力面积来减小压强，反之，你也可以通过减小受力面积来增大压强。例如，溜冰鞋上冰刀的刃非常薄，因此它对冰面的压强要远比普通鞋子大。

流体压强

在这一章中，你将学习流体压强方面的知识。**流体(fluid)** 是没有固定形状的物质。流体通常都能流动，液体和气体都有这一特性。空气、氦气、水和油都是流体。

流体对与之接触的物体表面施加压强。要理解流体是如何施加压强的，就得先了解构成流体的微粒。流体就像其他所有物质一样，都是由分子组成的，这些分子很小，肉眼，甚至普通的显微镜都看不到它们。1 升水里面含有大约 3.3×10^{25}（也就是 33 后面加上 24 个零）个分子。

流体中，所有分子不停地向各个方向运动。例如，空气分子不停地高速运动着，它们不停地互相撞击，也与任何能触及的物体表面碰撞。

每个分子与某一物体表面相碰撞的时候，都会给这个物体表面施加一个力。**流体中所有分子施加的力的总和就是这一流体施加的压力。**由于分子的数量非常巨大，因此我们将流体作为一个整体来进行研究。于是，流体压强等于流体施加的总力除以受力面积。

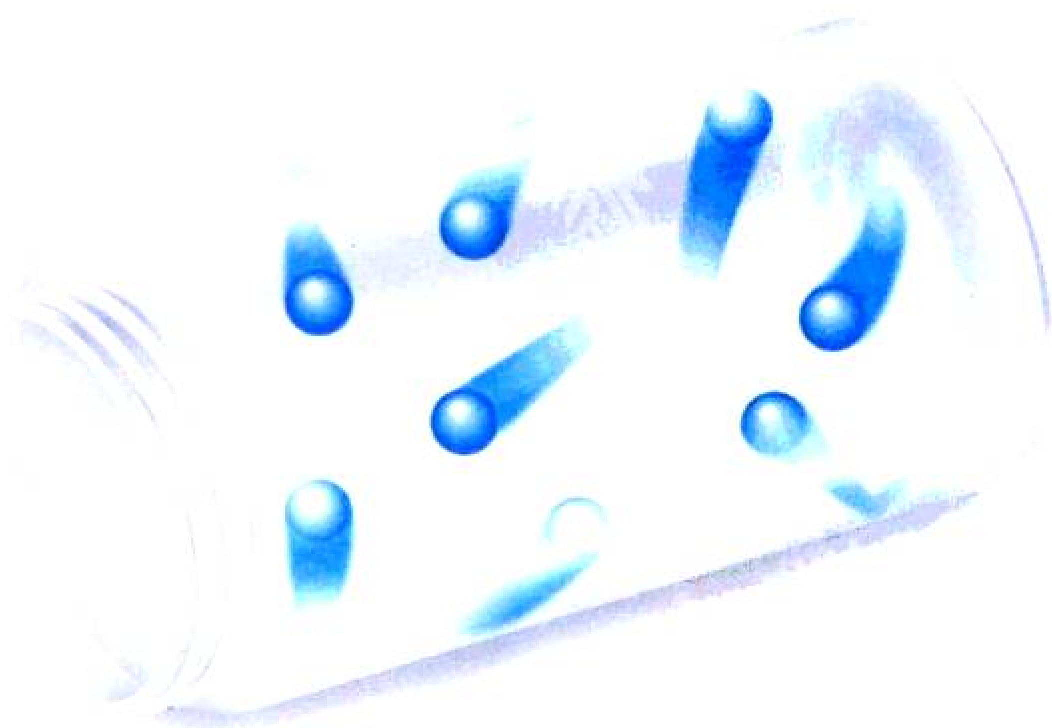


图 3-3 气体中的分子以不同的速度朝着各个方向运动。当它们碰撞某部分容器内壁的时候，就会给这部分内壁施加力。所有的力分摊在这部分内壁的单位面积上，就产生了气体的压强。

推论 *你觉得瓶子里面的压强与外面的压强一样大吗？说说你的理由。*

无处不在的流体压强

手掌向上，伸出你的手。此时，你的手掌托起了相当于一台洗衣机的质量。这到底是怎么一回事呢？原来你一直被流体包围着，它们自始至终都在挤压着你。这一流体也就是地球大气，它是一种混合气体。这个压强也就是我们通常所说的气压，或者叫大气压强。

空气之所以有压强，是因为它有质量。你或许忽略了空气也有质量这一事实，然而你身边的空气每立方米的质量大约为1千克。引力作用在这些物质上面就产生了空气重力，由于大气中的空气重力而产生的压力是巨大的，因为整个大气层的厚度超过100千米。

海平面上的气压大约为10.13牛／厘米^2。想一想，你手掌的面积有多少平方厘米！在那么一小块地方空气就施加了10.13牛的力，而你的手掌大概有100平方厘米，因此，大气压强对你手掌的压力大约为1 000牛。

☑ **想一想** ***为什么大气会给我们压强？***

平衡的压强

你的手掌承受了如此之大的空气质量，而你却什么感觉都没有，这又是怎么回事呢？在一静止的流体中的某一点，受到的来自各个方向的压强是相等的。空气的确给了你的手掌一个向下的10.13牛／厘米^{2}的压强，但与此同时，它也给了你的手背一个向上的、大小相同的压强，这两个压强刚好相互抵消。

与生命科学的综合 既然你体外的空气给了你如此巨大的压强，你为什么还没被压扁呢？其中的原因还是跟压强平衡相关。你体内的压强与体外的压强刚好达到了平衡状态。那么你体内的压强又是从哪里来的呢？它们来自你的体液。你身体的一些组成部分，例如肺、窦腔以及内耳都含有空气。而你身体的另外一些部分，如细胞和血管中都含有流体。



图3-4 流体内部某一平面受到各个方向的压强大小相同，因此大气对你手掌和手背的压强一样大。这也正是你丝毫没有感到压强的原因。





图3-5　真空泵正从一金属罐中抽去空气。一会儿工夫，金属罐就大变样了。

推论　*你能不能想出一个不用把罐内的空气抽去，而罐子同样会凹进去的办法？*

你现在是不是还不太相信大气压如此厉害？那么就看看图3-5中的那只金属罐吧。当罐里充满空气的时候，罐子内的气压能够抵消来自外面的气压。而罐子里面的空气一旦被抽走，罐内的大气压就不存在了，来自罐子外面的大气压就把罐子给压扁了。

☑ ***想一想　作用于同一物体上的平衡的压强会带来什么样的结果？***

流体压强的变化

在流体中任一给定的深度上，流体的压强处处相同。但是，如果你往上移到一个海拔更高的地方，或者向下潜入流体的更深处，压强会发生什么变化呢？

大气压强与海拔高度　当电梯往上升的时候，你是否曾感到耳朵“啪啪”作响呢？**大气压随海拔的升高而减小。**记住，在某一点上的大气压是由这点上面的空气的重力引起的，海拔越高，空气越少，需要承受的空气重力也就越小。



正是因为随着高度的增加，大气压逐渐降低，所以你乘电梯上升时耳朵会有胀痛感。此时，体外的大气压发生了变化，体内的气压也将做相应的调整，但是调整的速度跟不上体外大气压的变化。因此，在很短的一段时间内，耳朵鼓膜内的气压要比外面的大气压大。你的身体就会“啪啪”释放这些气压，以达到鼓膜内外气压平衡。

压强与深度的关系 流体压强取决于深度。游泳池里水下1米处的压强与湖面下1米处的压强是相同的。但是，你若继续往下潜的话，压强会随着深度的增加而增大。你潜得越深，你受到的压强也就越大。**水压随深度的增加而增大。**

图3-6 水柱往外喷的力量取决于罐子上出水孔所在位置的压强的大小。

图解 *图中哪个孔所处的位置水压最大？*

不难想到，与大气压一样，水的压强是由某一特定的点以上的水的重力形成的。深度越深，这一点上方的水越多，所要支撑的重力也就越大。此外，大气还对水面施加压力。因此，水下某一位置的压强是它上方的水的重力与水面上的空气重力共同形成的。在深海，水压是大气压的1 000多倍。



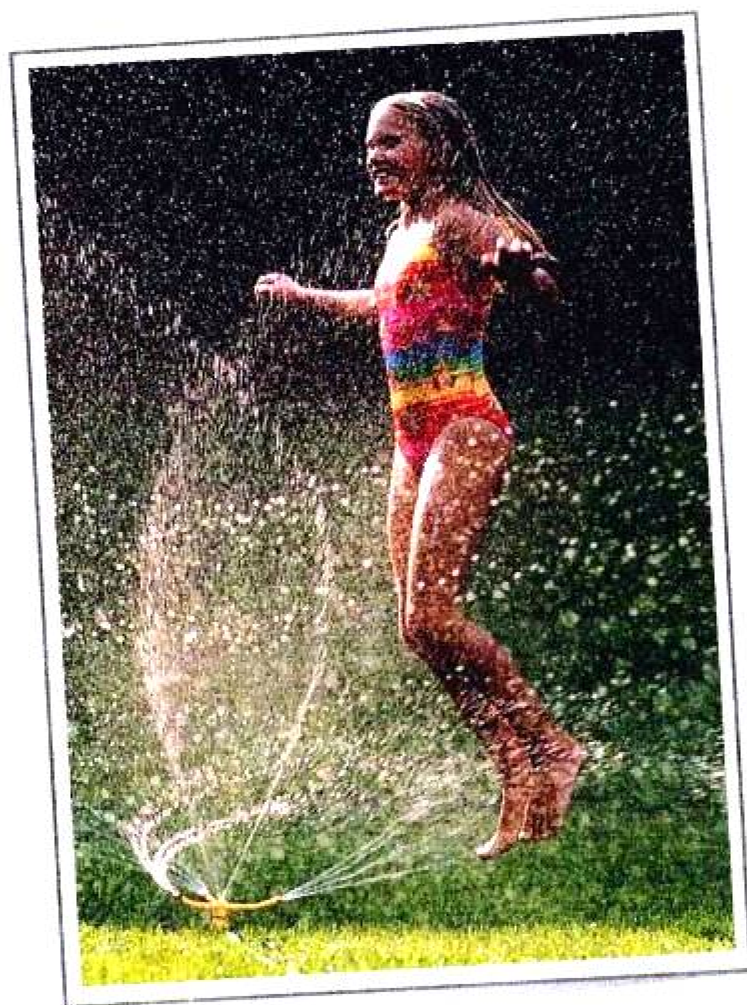
第一节复习

1. 解释流体的压强是怎样产生的。
2. 当你离开地球表面，往太空进发的时候，大气压会发生怎样的变化？为什么？
3. 为什么深海鱼类不会被巨大的深水水压给压扁？
4. **理性思维** **应用概念** 想一想，为什么宇航员要穿充气的太空服？
5. **理性思维** **对比** 假设某位穿高跟鞋的女士质量为50千克，而一头大象质量为5 000千克，然而这位女士对地板的压强反而是大象的3倍。请解释其中的原因。

身边的科学

在一个小塑料容器中注满水，瓶子或杯子都行，用一块硬纸板盖住容器口。先让你的家人猜一猜，要是把容器翻过来会出现什么情况。然后，用手抵住硬纸板，把容器慢慢地倒过来，再拿开抵在硬纸板上的手，看看发生了什么情况。最后再把容器翻回来。用大气压的知识解释为什么容器倒过来后硬纸板不会掉下来，容器中的水也不会倒出来。

旋转喷水器



在酷热的夏日，最惬意的事莫过于在草坪喷水器喷出的水雾中玩耍了。有一种草坪喷水器就是利用喷出的水的压强实现自动旋转的，其工作原理类似于古代一种叫做“英雄引擎”的装置，英雄引擎利用喷出的蒸汽产生的压强而转动起来。

问题

影响草坪喷水器旋转速度的因素有哪些?

技能

设计实验、控制变量

材料

6只带有拉环的空汽水罐
30厘米长的钓鱼线
防水记号笔
广口瓶或烧杯
秒表或有秒针的钟
小号、中号、大号铁钉若干
用来盛水的大号盆子

步骤

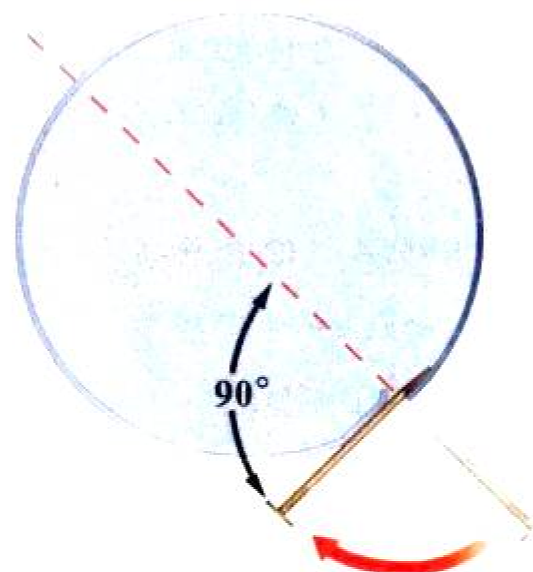


1. 往广口瓶里注水，直到能把汽水罐完全淹没为止，然后把它放到盆子里。
2. 拉起汽水罐上的拉环，系在钓鱼线的一端。

注意：别让汽水罐开口的地方将手划破。

3. 在罐体上做一个记号，以便你辨别汽水罐到底转了几圈。
4. 用一个小号铁钉在离罐底1厘米的罐体上戳一个洞。如图所示，先垂直往里戳，然后以罐体的直径为基准旋转90°。

注意：铁钉很锋利，别拿来乱戳别的东西。





数 据 表

钉子型号	洞的数目	15 秒内转的圈数
小号	1	
小号	2	
中号	1	
中号	2	
大号	1	
大号	2	

5. 把整个罐子浸入水中灌满水。
6. 拉住钓鱼线，快速把罐子提到离广口瓶水面1～2厘米的高度，记下罐子在15秒里旋转的圈数，记录在绘制好的表格中。
7. 设计一个实验方案，测量洞的大小对罐子旋转圈数的影响。先作推测，再验证两者之间的关系。记录实验结果。
8. 再设计一个实验方案，测量洞的数目对罐子旋转圈数的影响。仍先作推测，再验证两者之间的关系。记录实验结果。

分析与结论

1. **设计实验** 洞的大小对罐子的转速有何影响？洞的数目对罐子的转速有何影响？
2. **控制变量** 还有什么变量会对罐子的转速产生影响？
3. **分析数据** 用水的压强知识解释罐子的运动情况。
4. **分类** 可以用牛顿三大运动定律中的哪一条来解释罐子的运动原理？
5. **交流** 用你的观察结果解释草坪喷水器的工作原理。

实践活动

许多喷水设备都是利用水的压强来实现自动旋转的。仔细观察其中的一种，看看喷头上出水孔的大小、方向以及数目。要是再并列装上一个喷头，会出现怎样的情形？如果有可能，动手试一试。

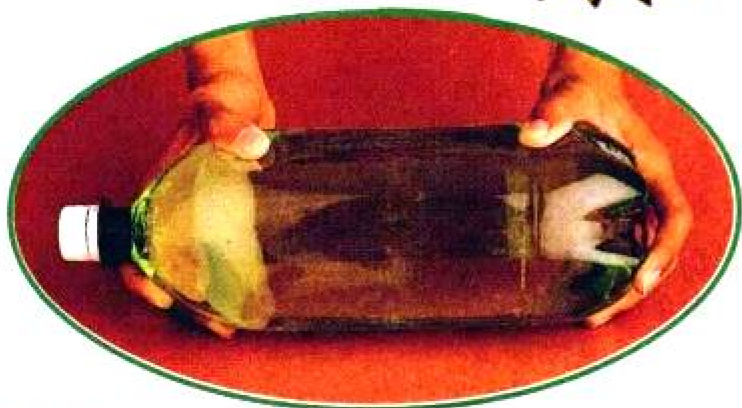
SECTION 2

流体中压强的传递

探 索 活 动

压强怎样变化

1. 在2升的塑料瓶子里装满水并拧紧盖子，瓶子里不能有气泡。
2. 把瓶子平放，用左手大拇指往下压瓶子的某处。
3. 如果你用右手大拇指在瓶体另一端用力往下压，左手大拇指会有什么感觉？
4. 现在将左手大拇指在瓶体上另选一个位置，重复步骤3，看看会有什么感觉。



思考

观察 当你用右手大拇指用力往下压时，瓶子里的压强是增加、减小，还是保持不变？说出你判断的依据。

阅读指南

◆ 帕斯卡定律怎样描述流体压强的传递特点？

◆ 液压机的工作原理是什么？

阅读提示 在学习本节知识时，把运用帕斯卡定律的装置一一列出来，并且用一句话描述每个装置。

黑色的烟柱腾空而起，烈焰从建筑物里喷涌而出。刺耳的警铃打破寂静的清晨，消防队员赶到了现场。按下按钮，转眼之间，一架巨大的云梯升到建筑物的顶层，消防队员们沿着云梯迅速往上爬，火势很快就得到了控制。

由于消防车上先进的装置，一场惨剧得以避免。你或许会惊奇地发现：把消防车上的云梯及其他灭火装置送上高楼的竟然就是流体。这是怎么回事？别着急，继续往下学，你就会知道了。



图3-7 消防车使用液压机升起云梯，用高压水枪来扑灭大火。

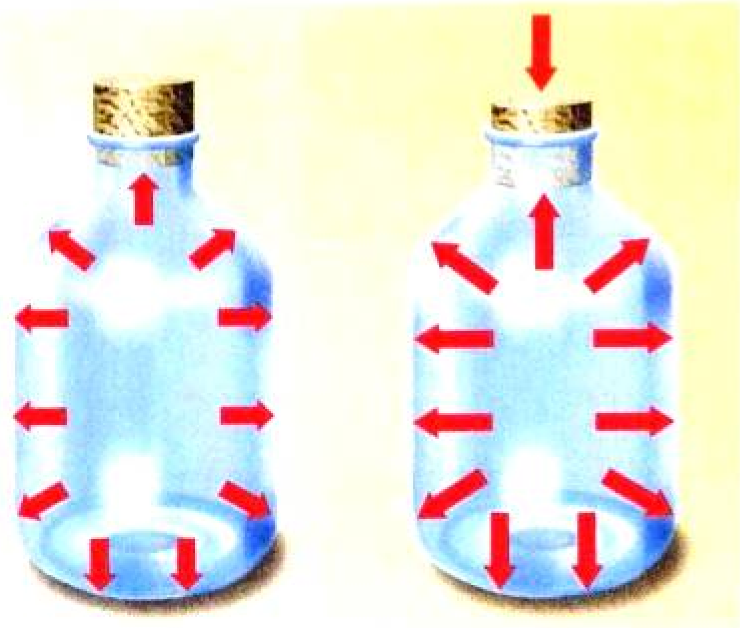


图3-8 一只装满水的瓶子的四壁都受到水施加的压强。要是你把软木塞进一步往下按，那么瓶壁受到的压强将增加。

预测 *要是你在瓶壁上打一个洞，然后把软木塞往下按，会发生怎样的情形呢？解释原因。*

帕斯卡定律

在上一节中，你已经学到，流体会对任何与之接触的物体表面施加压强。例如，图3-8中瓶子里的水对瓶子的内壁、上下及四周都有压强。

如果你把瓶塞往下按，会出现什么情况呢？你知道，此时水已经没有地方可以流了，它们只有进一步地挤压瓶子的内壁。于是，瓶子中水的压强就会相应增大。右边瓶子中箭头加长，表示瓶子中水的压强增加。

在一密闭的流体内部，压强是均匀增加的。17世纪初，法国数学家帕斯卡发现了这一事实（帕斯卡因此也成了压强的单位）。**当外力作用在密闭的流体上时，流体的各部分所受的压强将发生相同的改变，这就是帕斯卡定律(Pascal's principle)**。

压力泵

要是你给开有一小孔又装了流体的容器加压，会出现怎样的情形？用过牙膏或眼药水的人都知道：流体将从开孔处喷出来。这是说明压力泵工作原理最简单的一个例子。压力泵正是通过增加流体的压强使得流体从一个地方移到另一个地方。

你的心脏由两个泵组成，其中的一个把血液泵入肺，在那儿，你从空气中吸入的氧气将融入血液。这些富含氧气的血液流回心脏后，由另一个泵输送到身体的其他部位。

☑ ***想一想*** ***在一只瓶子中装满水，若再把瓶口的软木塞往下按，瓶子中的水的压强会出现什么变化？***

社会研究

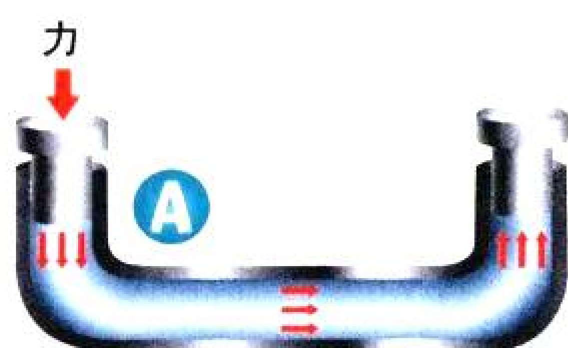
链接

帕斯卡（1623～1662），法国数学家、哲学家，概率论的创始人之一。他因21岁之前设计的一架机械计算器而闻名于世。后来，他投身于流体领域的研究。晚年，他写了一些关于哲学和宗教方面的文章。

阅读DIY

按时间顺序排列下列科学家生活与工作的年代，他们是：伽利略、阿基米德、牛顿、帕斯卡和伯努利。在年代顺序表上，简略地描述一下每位科学家的研究领域。

图3-9 **A.** 在液压机中，若给其中的一个活塞加力，液体中的压强就会增加。



B. 作用于小活塞上的压强传输到大活塞上，会产生一个更大的力。在一个液压车库升降装置中，利用较小的力可以提升一辆汽车。



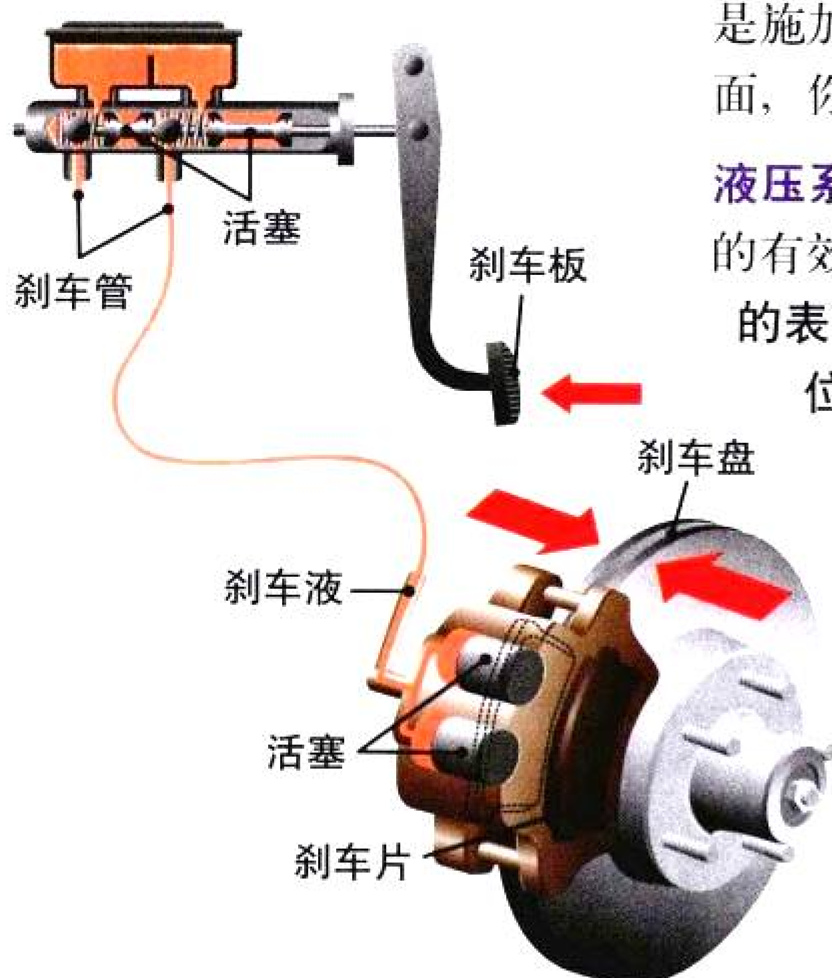
帕斯卡定律的应用

假如你在图3-9A中的U形管内注满水，然后将左边的A活塞往下压（A活塞类似于能上下活动的软木塞），这个压强就会传到右边的活塞上去。

那么作用在右边活塞上的力到底有多大呢？根据帕斯卡定律，左右两个活塞受到的压强相同。因此，如果两个活塞的面积相同，它们所受的力也相等。

现在我们假设图3-9B中右边的活塞比左边的大，左边的活塞面积为1米^2，右边的面积为20米^2。要是你给左边的小活塞施加一个500牛的力，U形管中的压强就是500帕，也就是说，活塞横截面每平方米受到的力是500牛。由于右边活塞的横截面的面积为20米^2，所以它受到的力是10 000牛。右边活塞受到的力是施加于左边活塞的力的20倍！通过加大活塞的横截面，你可以随意地放大这个力。

图3-10 汽车的液压刹车系统能使施加于刹车板上的力放大好几倍。



液压系统 **液压系统(hydraulic system)**是帕斯卡定律的有效应用。**液压系统往往把一个力施加于一个较小的表面上，因此而获得的压强通过其中的液体传送到位于液体另一端的一个较大的表面上，最终实现放大这个力的目的。**消防车上笨重的云梯就是利用液压系统来升降的。

汽车的刹车系统也是一个液压装置，图3-10是一个包括刹车盘在内的刹车系统的示意图。当驾驶员踩下刹车，就相当于往下压活塞，于是活塞就会给刹车液施加压强，这一压强通过刹车管中的液体传送到车轮中的活塞，再由活塞作用于刹车片，刹车片摩擦刹





车盘，使车轮的转速慢下来。由于刹车系统能够将力放大许多倍，所以，驾驶员只要轻轻踩一下刹车板就能让一辆大卡车停下来。

大自然中的帕斯卡定律 图 3-11 中的海星体内的维

 *与生命科学的综合* 管系统也是一种自然液压系统，正是在它的帮助下，海星才得以四处自由活动。海星中空的管足的末端有一排排的吸盘，管足里面充满了体液，每只管足上都有一个阀门，当阀门关上的时候，管足就变成了一个液压容器。海星收缩不同部分的肌肉，管足内的压强就会相应变化。管足中压强的变化操纵末端的吸盘或抓紧或松开，管足间相互协调一致的运动使得海星活动自如，甚至能爬上垂直的岩壁！

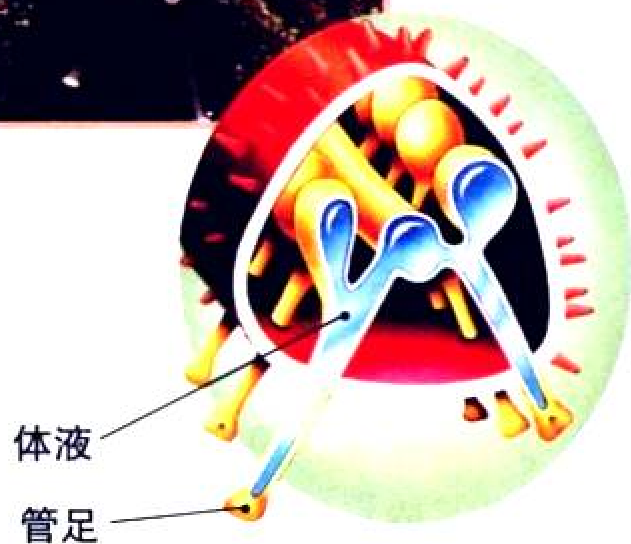


图3-11 海星要想四处运动，只要给腹腔内的体液加压就行了。
分类 *为什么海星的管足可以看成液压系统的一部分？*



第二节复习

1. 用你自己的话描述帕斯卡定律。
2. 液压机是如何实现放大一个力的？
3. 你心脏泵出的是什么液体？
4. **理性思维** **应用概念** 在不增加作用在较小活塞上的力的前提下，如何实现尽可能多地放大这个力的目的？
5. **理性思维** **对比** 汽车的刹车系统与海星的维管系统有何相似之处？

课题 3

检查进度

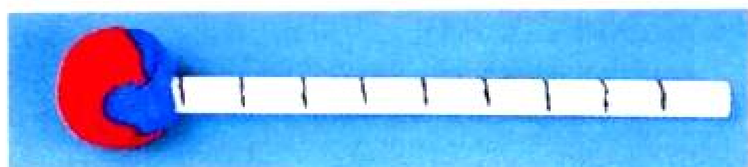
试试你家里的各种金属材料，看看它们应用到你船上的效果。记住，你设计的船并不需要跟真的船十分相似，你可以试着把它设计成不同的形状。总结出采用的材料以及船的整体设计与其漂浮性能之间的关系。看看哪种设计更好：是宽而浅的那种，还是窄而深的那种？把你使用过的材料、设计出来的造型以及各种试验结果记录下来。

SECTION 3 漂浮与下沉

探索 活动

怎样用一根吸管来测量液体的密度

1. 把一根吸管剪成约 10 厘米长。
2. 用防水记号笔在吸管上标上刻度，每格 1 厘米。
3. 把橡皮泥搓成直径 1.5 厘米的小球，再把吸管的一端插入球中，这样，一个液体密度计就做成了。
4. 把密度计放入一杯水中，要是整个往下沉，就去掉一些橡皮泥。吸管的大半部分得露出水面，同时别让水进入吸管中。



5. 往水里加10勺白糖，然后再把密度计放入杯中，看看有什么变化。

思考

预测 比较步骤 4 与步骤 5 中观察到的现象。预测，要是你往杯中的水里加20勺白糖，会出现什么情况？验证你的预测。

阅读指南

- 浮力会产生什么影响？
- 什么是阿基米德定律？
- 物体的密度与沉浮的关系怎样？

阅读提示 在学习相关知识的同时，写一段话解释一下浮力和阿基米德定律之间的关系。

1912 年 4 月，泰坦尼克号游轮离开英格兰开始了她第一次也是最后一次航行。泰坦尼克号有三个足球场那么长，12 层楼那么高，是当时世界上体积最大、装修最豪华、精致的游船。同时，泰坦尼克号的技术也是最先进的。它的船体由许多水密舱组成，当时的人们认为她是永不沉没的。

然而在海上航行了几天，泰坦尼克号就撞上了冰山。碰撞发生两小时四十分钟后，这一庞然大物的后半部分慢慢地沉入水中。随后船首开始不断往上翘，最终船断成了两截，并沉入了大西洋深处，1 000 多人罹难。

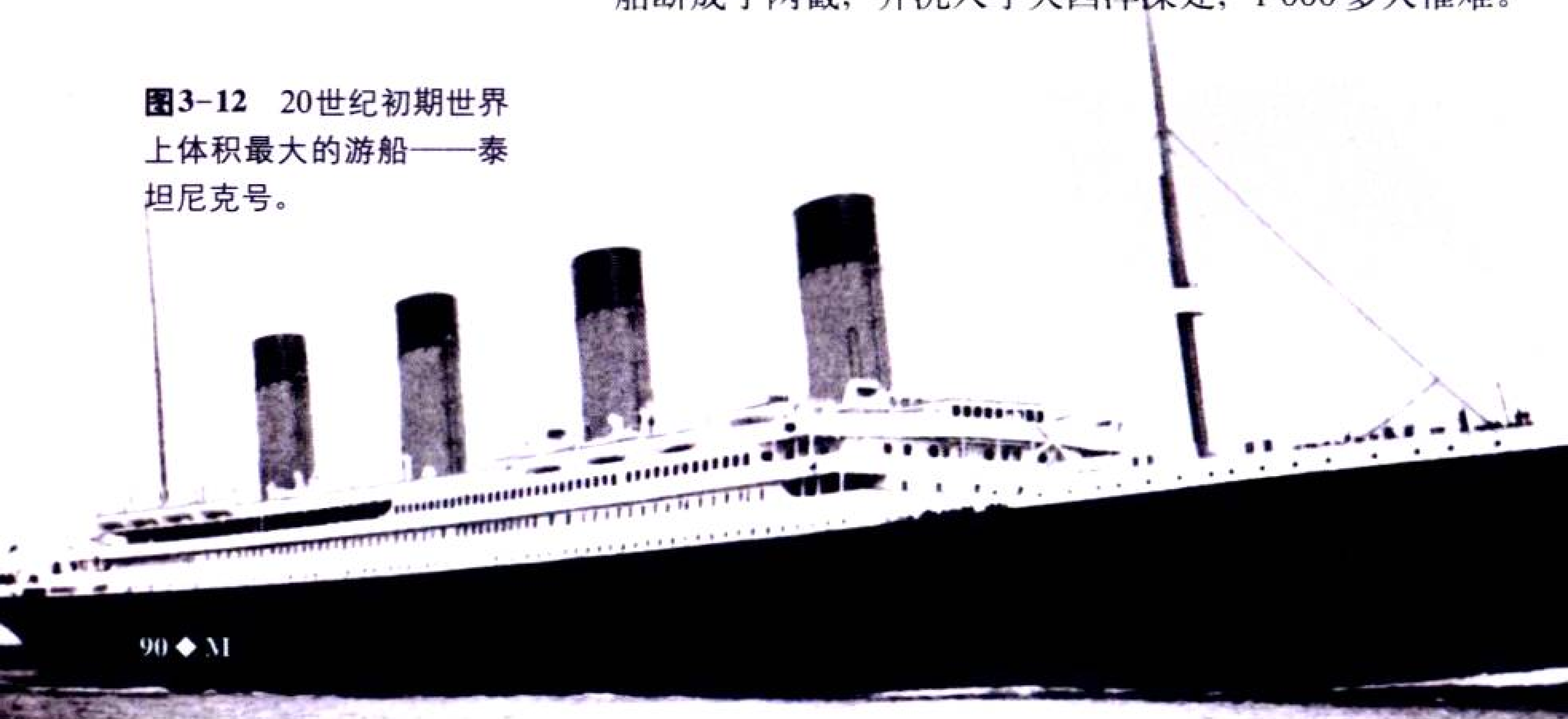


图3-12 20世纪初期世界上体积最大的游船——泰坦尼克号。

为什么一艘巨大的轮船能自如地浮在水面上？然而，同样是这艘船，又怎么会在几小时之内沉入海底？为什么巨大的冰山只有一小部分露出水面，而大部分却没入水中？要回答这些问题，你必须先弄清楚是什么让一个物体浮在水面，又是什么让一个物体沉入水中的。

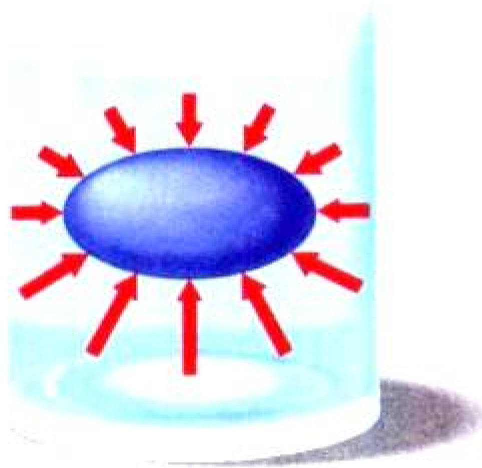


图 3-13 水中物体的上部的压力要比其下部的压力小，总的效果相当于产生了一个向上的力。
应用概念 *这个向上的力叫什么？*

浮　力

要是你曾经在水下拣过物体，你肯定能感觉到，物体在水中似乎要比在岸上轻一些。水会给浸入其中的物体一个力，这个力称为**浮力(buoyant force)**。**浮力的方向向上，与重力相反，正是浮力使得这一物体感觉变轻了。**

就像你在图 3-13 中看到的那样，液体对没入其中的物体的四周都有压强。但是由于液体的压强随深度的增加而增大，因此，物体底部受到的向上的压力要比其上部受到的向下的压力大。总的效果就出现了一个作用于此物体的向上的力，这个力就叫做浮力。

没入液体中的物体占据或者说排开液体的体积与物体的体积相同，观察一下图 3-14 你就可以看出这一点。一个漂浮在液体上的物体所排开的液体体积比物体本身的体积要小一些。它所排开的液体的体积等于其浸入液体中的那部分的体积。

阿基米德定律(Archimedes' principle) 把物体受到的浮力与其排开的液体的体积联系起来。这一定律是以发现它的古希腊数学家阿基米德的名字命名的。**物体受到的浮力等于它所排开的那部分液体所受的重力，这就是阿基米德定律。**

☑ ***想一想*** ***比较浮力与重力的方向。***



图 3-14 浸没物体排开水的体积等于物体本身的体积。要是物体漂浮在水面上，那么物体排开水的体积就等于物体浸入水中的那部分体积。

增进技能

测量



怎样测量一个物体的体积？

以厘米为单位，量出木块的长、宽、高，然后把三者相乘，结果就是这一木块的体积，单位为立方厘米。

技能实验室

得出结论

研究漂浮物体受到的浮力

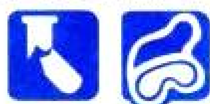
在下面这个实验中，你将运用漂浮物体的相关数据来提高自己的总结技能。

问题

漂浮物体受到的浮力与此物体排开水的重力之间的关系。

材料

纸巾　250毫升的烧杯　天平
600毫升的烧杯　盐
大约30毫升容量的带密封盖的玻璃瓶

实验步骤 

1. 先浏览一下整个实验过程，并在笔记本上按照课本中的格式画一张数据记录表。
2. 称出250毫升的烧杯与一张干纸巾的总质量，以克为单位。然后将测得的结果乘以0.01，就知道它的重力为多少牛。把这些数据记录在表格中。
3. 在烧杯的下面垫一张纸巾，小心地往600毫升的烧杯里注满水，然后把250毫升的烧杯放在600毫升烧杯嘴的下方。
4. 往玻璃瓶里加少量的盐（确保加了盐的玻璃瓶能够漂浮在水面上），接着测出瓶（含盖子）的质量，以克为单位。然后乘以0.01，就知道它的重力为多少牛。把结果记在表格中。
5. 把玻璃瓶慢慢地放到600毫升的烧杯里去（要是玻璃瓶没办法浮在水面上，就从中取些许盐出来，然后重复步骤3和步骤4），估计一下瓶子浸入水中部分的比例，记下有关数据。
6. 等到600毫升烧杯里的水不再外溢，称出纸巾以及250毫升烧杯连同里面的水的总质量，再乘以0.01，并记下数据。
7. 倒掉250毫升烧杯中的水，连同玻璃瓶一块擦干。
8. 重复步骤3～7若干次，每次改变玻璃瓶中盐的质量，同时确保玻璃瓶不会沉入水中。

数据表

实验次数	空的250毫升的量杯与干纸巾的重力/牛	玻璃瓶(含盖子)和盐的重力/牛	250毫升的烧杯(含溢出的水)及纸巾的重力/牛	玻璃瓶没入水中的比例	浮力	排出的水的重力/牛
1						
2						
3						

9. 计算出每次实验中浮力的大小，并记录下来。

提示：物体处于漂浮状态时，它受到的浮力等于其重力。

10. 计算出每次实验中排开水的重力，并记录在表格中。

分析与结论

1. **控制变量** 每次实验时玻璃瓶的重力都不一样，这对它的漂浮状态有什么影响？
2. **分析数据** 每次实验中玻璃瓶的体积保持不变，为什么它排开水的体积都不相同？
3. **得出结论** 关于物体受到的浮力与其排开水的重力之间的关系，你的结论是什么？
4. **得出结论** 如果你在玻璃瓶中放的盐太多，玻璃瓶会沉入水中。在这种情况下，你怎么计算玻璃瓶受到的浮力？如何计算下沉物体所受浮力？
5. **交流** 指出实验过程中哪里会产生误差，并提出一些解决方法。

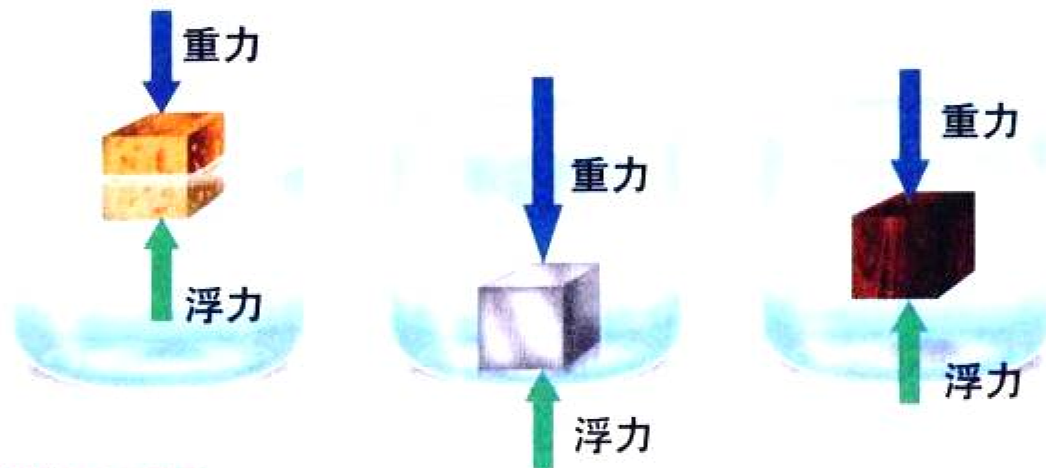
实验设计

要是把实验中用的水换成密度大于或小于水的其他液体，实验结果会有什么变化？设计一个实验来验证你的猜测。你打算用什么液体？除了本次实验中用到的器材外，你还需要其他器材吗？要是你打算做新实验，请务必在实验开始之前让你的老师检查一下。



图 3-15 三块体积相同的物体在液体中的受力情况。

对比 为什么三个物体没能全部浮在水面上？



漂浮与下沉

记住，浸没水中的物体总会受到一个向下力的作用，这个力就是物体的重力。如果物体的重力大于它的浮力，物体受到的合力向下，物体将下沉。如果物体的重力小于它的浮力，那么物体上浮，直到它排开的水的重力等于它自身的重力，物体就不再继续上浮而漂浮在那儿了。如果物体的重力与它的浮力刚好相等，那么这两个力就得到了平衡，物体悬浮在水中。

密　度

到底是什么原因导致一些物体能浮在液体的上面，而另一些物体沉入其中呢？通过比较一个物体与相关液体的密度，你就可以知道该物体能否漂浮。那么什么是密度呢？

密度 (density) 是物质单位体积的质量。

$$\text{密度}=\frac{\text{质量}}{\text{体积}}$$

例如，1 厘米^{3}铅块的质量为 11.3 克，它的密度就是 11.3 克／厘米^3。

$$\text{铅的密度}=\frac{11.3\text{ 克}}{1\text{ 厘米}^3}=11.3\text{ 克／厘米}^3$$

而 1 厘米^{3}软木的质量大约只有 0.25 克，因此，软木的密度为 0.25 克／厘米^3。由此，你就可以说，铅的密度比软木大。水的密度是 1.0 克／厘米^3，因此，水的密度比铅小，但比软木大。

通过比较密度的大小，你就很容易解释图 3-15 中的现象了。**其中一个物体的密度比它所在的液体的密度大，因此就沉没了；而另一个物体的密度比它所处的液体的密度小，因此就漂浮在上面。**要是一个物体的密度等于它所处的液体的密度，那么这个物体既不上浮，也不下沉，处于悬浮状态。

试 一 试

沉浮子 活动

在这个实验中，你将做一个叫做笛卡儿沉浮子的装置。



1. 把一根塑料吸管弯成 U 形，接着把两端剪平，每端留下4厘米长左右，然后将两个端口用一个回形针别在一起。
2. 如图所示，再接上几个回形针。吸管的顶端得有半厘米左右露出水面，这样一个笛卡儿沉浮子就完成了。
3. 往一只塑料罐子或瓶子里装入水，使水接近罐(瓶)口，把沉浮子放到水里去。记住，先将回形针这端放下去。然后再盖上盖子。
4. 慢慢地挤压罐(瓶)体数次。

得出结论 解释沉浮子的运动原理。

现在你肯定知道铅块下沉的原因了：因为铅块的密度是水的密度的好多倍。软木的密度比水的小，所以，软木就能浮在水面上。冰块能够漂浮在水面上也是因为冰的密度比水的小，但冰的密度只是比水稍微小了一点儿，所以漂浮的冰块只有小部分露出水面。从某种程度上讲，冰山是体积巨大的一块冰，你看到的露出水面的部分只是冰山很小的一部分。这也正是冰山对船舶具有很大危险性的原因。

想一想 ***计算一种物质的密度，需要知道该物质的哪两个量？***

物质的密度 图3-16列出了几种不同的物质及其密度。值得注意的是：一种液体可以漂浮在另一种液体上面（或许你曾看到过色拉油漂浮在醋的上面）。同样值得注意的是：密度越大的物质，离量筒的底部越近。

别忘了，空气是流体。如果某一物体的密度比空气小，它就能够漂浮在空气里。氢气球能够升入空中，是因为它的密度比空气小。然而如果你用呼出的气吹大气球，其密度要比空气大，所以如果你放开手，气球就会往下掉。

通过改变一个物体的密度可以达到让它漂浮或沉没于某一液体中的目的。例如，潜水艇把水舱里的水泵出艇外，使艇的总质量下降，而它的体积保持不变，其密度就变小了，于是潜水艇就浮出了水面。若要下潜，潜水艇只要在水舱中放进海水就可以了。随着海水的进入，艇的总质量会增加，其密度相应也渐渐变大，潜水艇就开始下潜。



物质	密度（克／厘米^3）
木块	0.7
玉米油	0.925
塑料	0.93
水	1.00
原油块	1.02
甘油	1.26
橡皮垫圈	1.34
玉米糖浆	1.38
铜线圈	8.8
水银	13.6

图3-16 你可以根据某实心物体的密度来预测此物体在液体中是漂浮还是下沉。
分析数据 *橡皮垫圈在玉米油中将会下沉还是漂浮？*

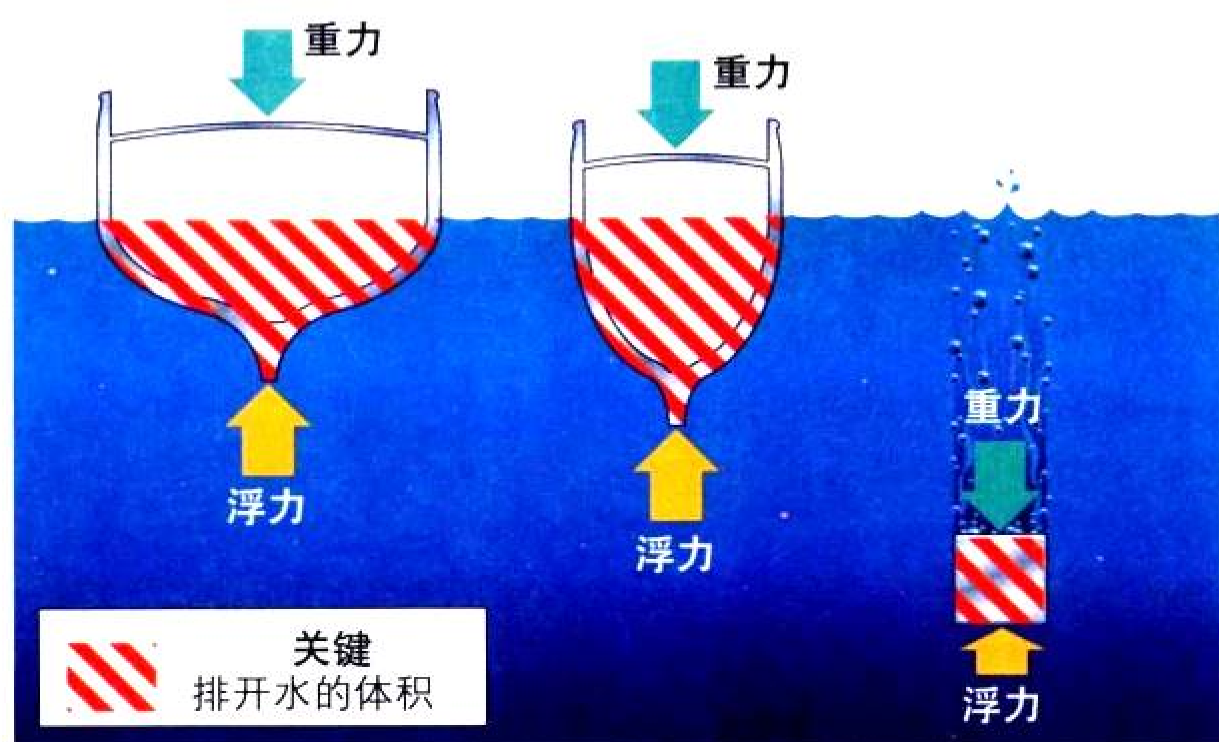


图3-17　若将一块实心钢锭放入水中，它会立刻沉入水底。而以同样质量的钢锭制成的钢质船却能浮在水面上。

浮力与密度　另一种改变物体密度的方法是改变物体的体积。如图3-17，三个物体都是钢制的，且质量相同，其中的两个物体浮于水面，而另一个沉入了水底。如果船内灌满水，那么它会像钢锭一样，马上沉入水底。在通常情况下，船体里充斥的是大量的空气而不是水。船体中的空气减小了船的整体密度，船也因此能漂浮在水面上。

船能够浮在水面上是因为浮力的缘故，用建造它的钢材的密度是解释不了的。由于物体受到的浮力的大小等于它排开的液体的重力，所以物体排开的液体越多，它受到的浮力也越大。排开的液体的量取决于物体排开液体的体积，即使物体的重力相同，其排开液体的体积越大，受到的浮力也越大。

船的形状决定了它能排开的水的体积要比相同质量的实心钢锭大得多。被排开的水的体积越大，浮力就越大。只要船受的浮力大于自身的重力，船就能浮在水面上。



第三节复习

1. 浮力对没入水中的物体有什么影响？
2. 阿基米德定律说明物体受到的浮力与它所排开的水的体积有什么关系？
3. 你怎样通过一个物体密度的大小来判断它在水中是浮还是沉？
4. **理性思维**　**应用概念**　有些皮舟的两侧有中空的防水舱，这样的皮舟即便倾覆了也不会下沉。解释其中的原因。

课题 3

检查进度

不要因为设计出一种能浮在水面上的船的形状就感到满足了，多试几款，多考虑一些设计方案。比如说，你留的装货物的空间有多大？船自身的重力对其载重量有什么影响？

提示： 称一下每艘船的质量，看看你的船相当于多少个1元硬币的质量？选出你最满意的设计，看看它最多能装几个1元硬币。

SECTION 4 伯努利定律的应用

探索 **活动**



水将把汤匙往外推，还是往里拉

1. 拿起一只塑料汤匙，别抓得太紧，这样汤匙才能在你手指间晃动自如。
2. 打开水龙头，让水稳定地往下流。预测一下，如果你把汤匙的背面逐渐向水流靠近，会发生什么情况？
3. 验证你的预测，然后重复几次。
4. 预测一下，要是你把汤匙换成叉子，你观察到的结果会有什么变化？
5. 验证你的预测。

思考

预测 汤匙的正面压力小还是背面的压力小？你是怎么知道的？用叉子做实验与用汤匙做实验，有什么不同的结果？请你做出推断，解释其中的原因。

1903年12月，怀特兄弟带着他们形状怪异的飞行器来到了北卡罗来纳州一个名叫基蒂霍克的荒凉海滩上。此前的100多年中，人们只乘坐热气球做过飞行，但是怀特兄弟要做一件前无古人的事情——他们要让一架密度比空气大的飞机飞起来！此前，他们已经花了几年的时间，试验了许多形状及表面各不相同的机翼，而且还仔细研究了鸟类的飞行特点。虽然他们在基蒂霍克的首次飞行仅仅持续了12秒，飞机飞行了36米，但这翻开了历史新的一页篇章。

阅读指南

- 液体压强与其运动状态有什么关系？

阅读要点 在你开始学习本节之前，先阅读“探索翅膀的奥秘”这部分内容，用液体压强方面的知识来解释飞行原理。

是什么飞行知识使得怀特兄弟造出了世界上第一架飞机？怎样用他们所运用的这些定律来解释大型喷气客机的飞行原理？问题的答案与流体运动时产生的压强有关。

伯努利定律

到目前为止，本章中提到的流体都是处于静止状态的。如果流体，比如说空气或者水，运动起来时会发生怎样的情形呢？先考虑一下，你将手里拿着的塑料汤匙靠近自来水龙头下的水流，则会有什么样的情况出现。你或许会猜，汤匙将被水柱推开，但事实并非如此。让人惊奇的是，汤匙会往水柱靠过去。

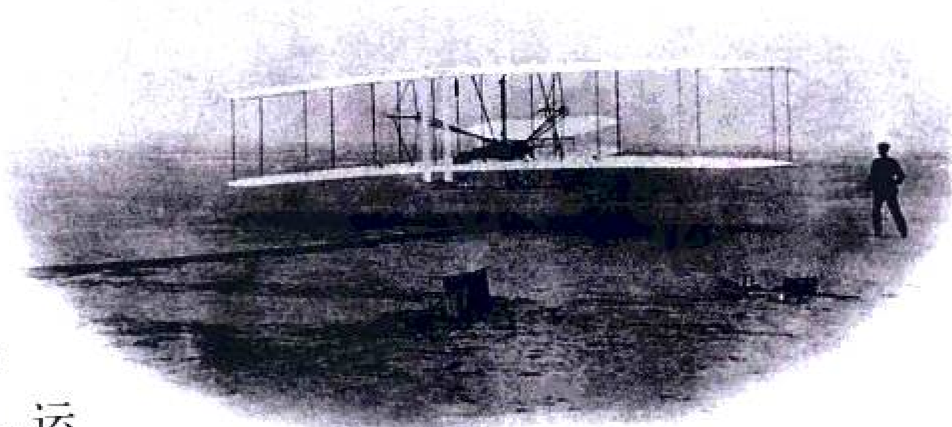


图3-18 1903年12月17日，怀特兄弟乘坐他们的“飞行者1号”飞机飞行，这是世界上第一架成功起飞的飞机。

汤匙的运动就是**伯努利定律(Bernoulli's principle)**的一个实例。瑞士科学家伯努利发现流体的运动速度越大，产生的压强就越小。**流体运动部分产生的压强要比它周围静止部分产生的压强小，这就是伯努利定律。**汤匙靠近自来水那一侧空气是流动的，而另一侧的空气是静止的。流动的自来水那侧空气产生的压强要比静止的空气产生的压强小，汤匙就从压强较大的一侧向压强相对小的一侧靠近。

相同的道理，如果你在一张纸的上方吹气，纸不会向下沉，反而往上升。因为吹气后，纸张上方的空气流动起来，产生的压强也就比下方静止空气的压强要小，在来自纸张下方较大的压力作用下，纸张就往上飘。

☑ **想一想** ***流体产生的压强与运动速度有什么关系？***

飞行器

伯努利定律普遍应用于各种飞行器，从小小的风筝到巨大的飞机。飞行器的设计造型一般都遵循这样一条原则，即：必须使流经飞行器上方与下方的空气的流动速度不同。如果上方空气的流动速度比下方大，那么飞行器就会往上升；反之，飞行器就会往下降。船上帆的功能与机翼相似，在帆两面受到的压力差的作用下，船破浪前进。仔细阅读“探索翅膀的奥秘”，看看飞机、鸟类以及赛车是如何利用伯努利定律的。

伯努利定律在生活中的应用

伯努利定律有助于理解许多日常生活中的现象。例如，你能够舒适地坐在壁炉边取暖，就可以用伯努利定律来解释。壁炉里的烟之所以顺着烟囱排出屋顶，除了因为热空气密度较小，往上升以外，还因为烟囱里的烟雾受到一个向上的推力。风吹过烟囱顶端，使得那儿的气压降低，而烟囱底部的压力相对较大，于是烟雾就顺着烟囱排到外面。

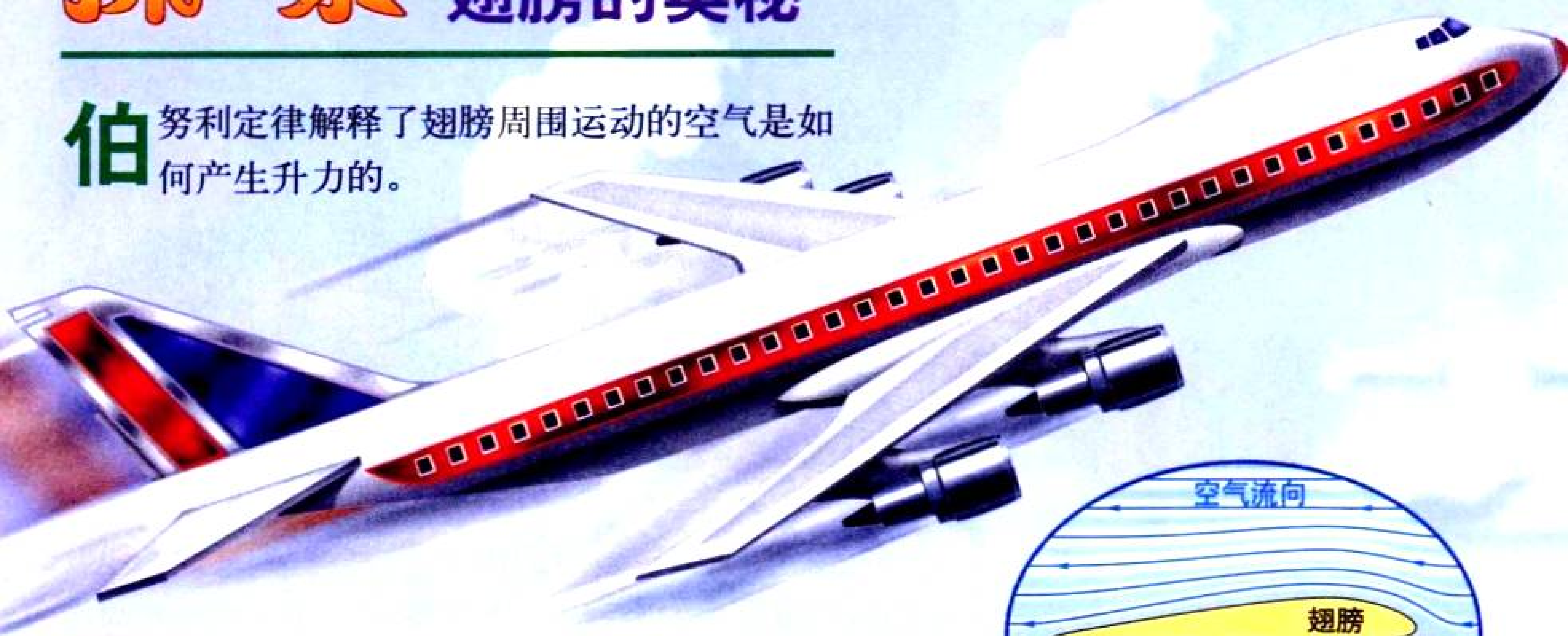


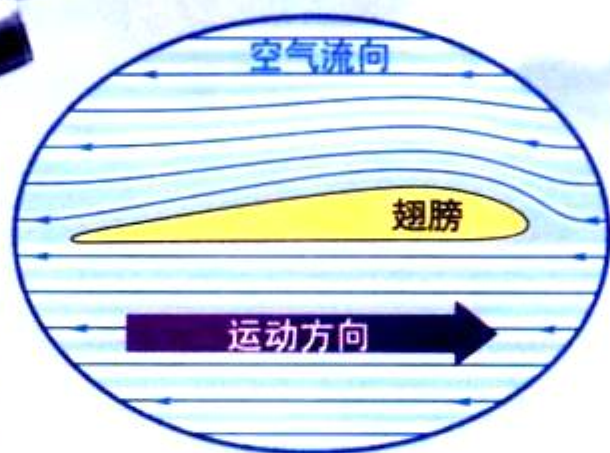
图3-19 正是因为伯努利定律，你才得以坐在温暖的壁炉边上舒适地度过冬日的夜晚，不会被呛人的烟雾熏着。

归纳 *为什么烟囱里的烟雾总是往上升？*

探索 翅膀的奥秘

伯努利定律解释了翅膀周围运动的空气是如何产生升力的。





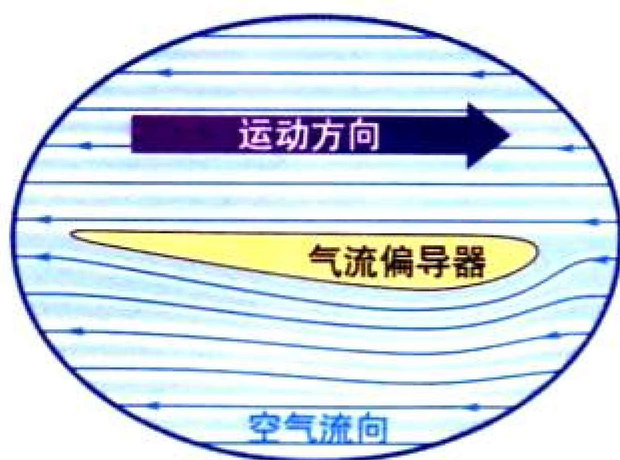
机翼

机翼的上翼面呈弧形，因此机翼上方的空气的运动速度必然比下方的大。这样一来，机翼上方的压强要比下方的小。机翼两面的压力差产生了一个向上的力，也就是通常说的机翼升力。

鸟类的翅膀



与飞机的机翼相似，鸟的翅膀上方也呈弧形。由于鸟的翅膀的柔韧性很好，它们拍动翅膀时不仅产生升力，而且还会带着鸟儿往前飞。



气流偏导器

跑车尾部的气流偏导器的底部呈弧形，这相当于一只倒置的翅膀。作用在气流偏导器上的方向向下的压强越大，车子后轮的着地性能就越好。



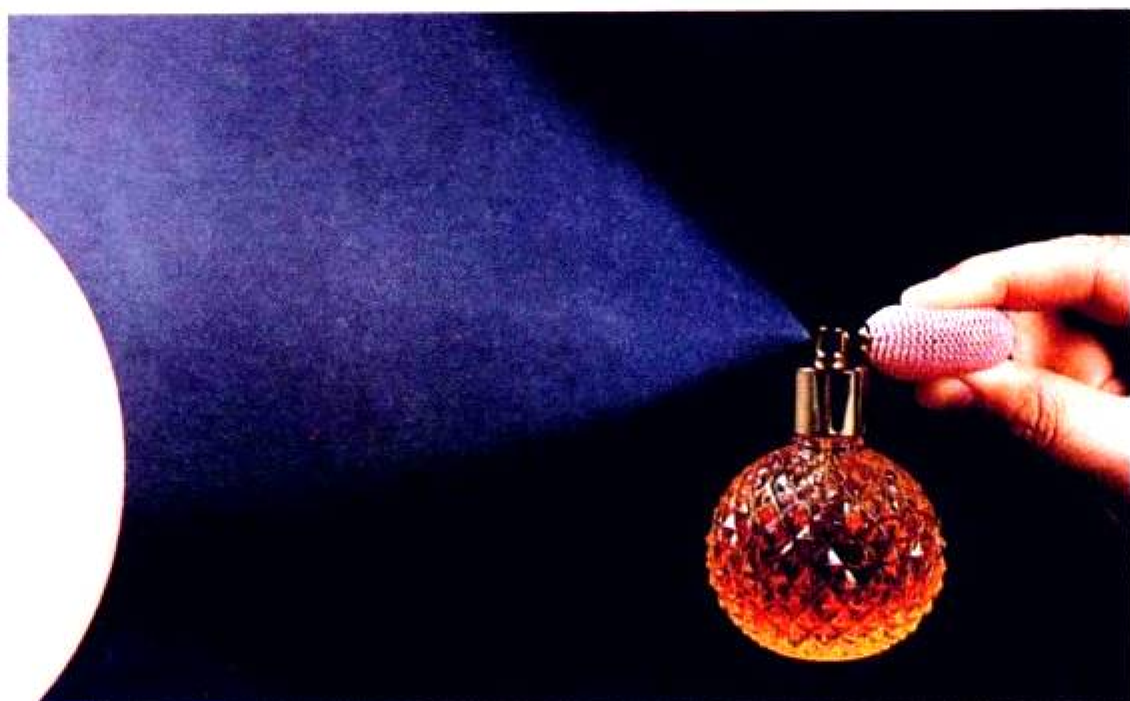



图3-20 用来装香水的雾化瓶是运用伯努利定律设计的。***应用概念*** *瓶子中的香水怎么会喷出来？*

在淋浴的时候，浴室的帘子是否曾打到过你的腿？我们同样可以用伯努利定律来解释——帘子内侧在喷流而下的自来水的作用下，产生一个低压区，而此时，帘子外面的气压相对要大一些，于是帘子就被往里推。

伯努利定律也有助于你理解另外一些你所熟悉的装置。如图3-20，挤压雾化瓶上的橡皮球，使上面一截吸管内的空气运动速度加快，空气的流动使得吸管上端的气压降低，而此时管子的下端却插在香水中。在雾化瓶内相对较高的压强就会把香水往上挤，当香水上升到气流时，气流又把香水雾化。因此当香水喷出来的时候是雾状的。



第四节复习

1. 伯努利定律怎样描述运动流体产生的压强？
2. 为什么飞机机翼上、下两侧受到的气压不同？这一气压差与飞行有什么关系？
3. **理性思维　因果推断**　飓风常常会把房子的顶部掀掉，用伯努利定律解释这一现象。
4. **理性思维　应用概念**　你正坐在行驶在高速公路上的汽车内，当大卡车从你边上快速超过时，你会感到自己的车子不由自主地向卡车靠过去。解释一下为什么会出现这种现象。

身边的科学



你可以用一根吸管自己来做一个雾化器。拿一根吸管，在吸管上割一条缝。把吸管的一端插入一杯水中，然后如图中所示，在割过的地方把吸管折一折。等周围的人都走到旁边后，用力往吸管里吹气。把你做的雾化器展示给你的家人，看看他们知不知道你做的是什么东西，工作原理是什么。然后，根据伯努利定律解释你的装置。



SECTION 1 压强

知识要点

- 压强是单位面积上受到的压力的大小。
- 流体的压强是由组成它们的原子和分子的运动产生的。
- 流体内部某一点各方向上受到的压强是相同的，压强随深度的增加而增大。

关键术语

压强
帕斯卡
流体

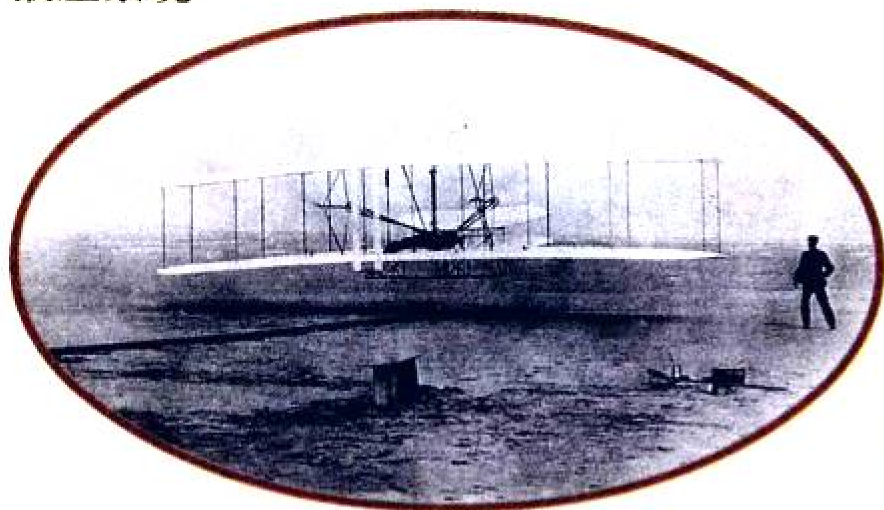
SECTION 2 流体中压强的传递

知识要点

- 根据帕斯卡定律，作用于密闭流体上的压强将被大小不变地传递到流体的各个部分。
- 液压机利用帕斯卡定律，把作用在密闭流体某一处的压强传递到其余部分。作用在小活塞的力通过流体的传递，作用于大活塞的时候，这个力可以被放大许多倍。

关键术语

帕斯卡定律
液压系统







SECTION 3 漂浮与下沉

知识要点

- 一个浸在流体中的物体受到的向上的托力叫做浮力。
- 物体受到的浮力大小等于它排开的液体的重力，这就是阿基米德定律。
- 一个物体在流体中是下沉、漂浮，还是悬浮取决于它的密度与流体密度相比是大、是小，还是相等。

关键术语

浮力
阿基米德定律
密度

SECTION 4 伯努利定律的应用

与技术科学的综合

知识要点

- 流体的压强随运动速度的增加而减小，这就是伯努利定律。

关键术语

伯努利定律



活动

相关网站

www.science-explorer.phschool.com

复习题

选择题

选择最佳答案。

1. 压强的单位是______。
   - a. 牛　　b. 牛／厘米^2
   - c. 牛／厘米　　d. 牛／厘米^3
2. 液压机的工作原理可以用______来解释。
   - a. 帕斯卡定律
   - b. 伯努利定律
   - c. 阿基米德定律
   - d. 牛顿第三定律
3. 如果物体在水中受到的浮力大于自身的重力，该物体将______。
   - a. 下沉
   - b. 悬浮在水中
   - c. 浮出水面，并呈漂浮状态
   - d. 被水压压碎
4. 石头沉入水中，是因为______。
   - a. 石头太重了
   - b. 它的密度比水小
   - c. 它受到的浮力太小
   - d. 它的密度比水大
5. 使飞机飞起来的升力可以用______来解释。
   - a. 帕斯卡定律
   - b. 伯努利定律
   - c. 阿基米德定律
   - d. 牛顿第三定律

判断题

如果叙述正确，就写“T”；如果错误，写“F”，并修改划线部分。

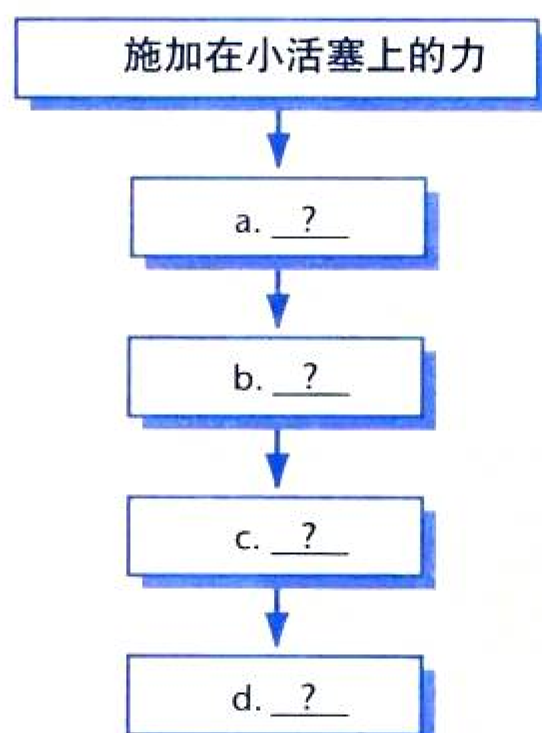
6. 压强是单位质量受到的力的大小。
7. 海拔越高，气压越小。
8. 汽车的刹车系统是一个液压系统。
9. 如果你知道了物体的重力，就可以算出该物体受到的浮力。
10. 流体运动部分产生的压力比静止部分产生的压力小。

简述题

11. 躺在地板上与你站着时相比，对地板的压强哪个大？
12. 你有一瓶没有开启的汽水，汽水瓶内二氧化碳给瓶盖一个14牛的力。假设瓶盖的面积是7厘米^2，请问瓶盖受到的压强是多少？
13. 说出两种大家比较熟悉的液压机。
14. 用伯努利定律解释鸟类的飞行原理。
15. 为什么你在水里受到的重力好像要比在岸上时显得轻？
16. **科技写作**　你现在的工作是欢迎那些到你这儿来学习潜水的游客。现在你得准备一本小册子或一份说明书，告诉游客们在潜水时要经历的压强变化，并说明水的压强发生变化的原因。

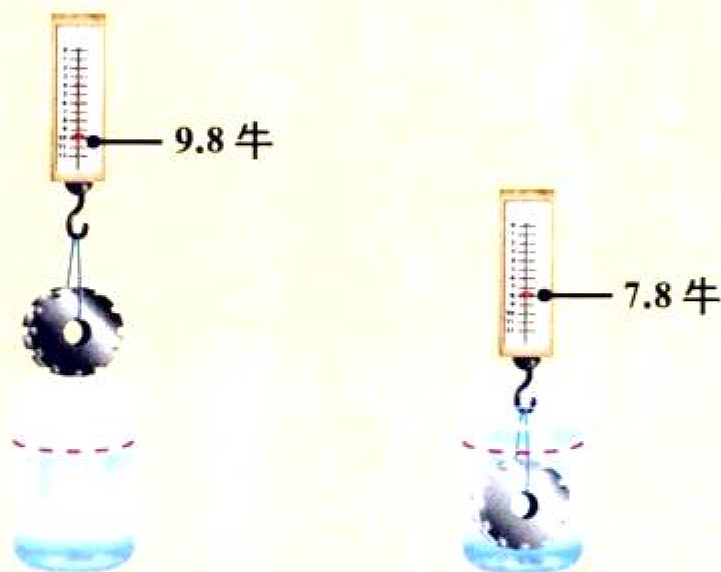
形象思维

17. **流程图**　制作一张流程图来说明液压机是如何将力放大的。



应用技能

看图回答第18～21题。下图表示的是弹簧秤上的物体在空气中与在水中时的不同读数情况。



18. 应用概念 为什么物体在水中与空气中的示重不一样？

19. 计算 物体受到的浮力有多大？

20. 得出结论 关于红线上方的水的体积，你可以得出什么结论？

21. 预测 要是把弹簧秤去掉，物体将沉入水中还是浮在水面上？为什么？

理性思维

22. 推论 一只钢球放进水里后，令人惊讶的是，球居然没有沉下去。作一推论，解释这一现象。

23. 应用概念 打捞沉船的一种办法就是把放入船舱的大气球或气囊充足气。解释为什么这个办法能奏效。

24. 设计实验 你手头有两个密度未知的流体，设计一个实验，测出哪种流体的密度更大，前提是不能把两种流体混在一起。

25. 因果推断 在一个起风的日子，一阵猛跑之后，你把风筝放上了天。风筝上面的气压大还是下面的气压大？为什么？

学习评估

课题3 总结

成果展示 先在水里试验一下你制作的船，确保不会漏水。然后向你的同学展示你的成果，告诉他们这艘船为什么能浮在水面上。别忘了，把你所有的设计图纸都展示给同学们，包括制作过程中观察到的现象，以及记录下来的数据，指出你最终方案的特点。

思考与记录 假设可选的材料没有任何限制，材料也可以加工成任何形状，你会设计出一艘怎样的船？把你设计的草图画在笔记本中，并作一描述。

实践活动

在社区 通过本章的学习，你已经知道，汽车刹车依靠的是液压系统，它的各个组成部分必须完好。有条件的话，找附近汽车修理厂的机械师聊聊，看看刹车系统中哪些部件最容易磨损或损坏。然后，在你所在社区的图书馆里给大家做一场演示会，解释一下汽车刹车的工作原理，以及在使用不当的情况下发生的常见故障。

第四章 功和机械

主要内容

SECTION 1 什么是功

探索　当你以某一角度拉物体时，会出现什么情况

增进技能　推论

SECTION 2 机械效益与效率

探索　这是机械吗

试一试　升上去了

技能实验室　跷跷板科学

SECTION 3 简单机械

探索　如何增大你的力

试一试　做一个螺丝模型

增进技能　分类

生活实验室　选一个合适的斜面坡度

课题 4

制作起重机模型

几千年来，机械一直是人们的好帮手。有了机械，许多工作变得简单、轻松了。人们使用柴油起重机装卸整车木料，或在院子里用铲子掘土。像汽车那样复杂的机械也是由许多简单机械组成的。

在这一章中，你将学习各种不同的机械，以及在日常生活中如何使用它们。在你学习有关知识的同时，请自己动手制作一辆起重机模型，并且在具体的工作中展示它的性能。

课题目标 把至少两种以上的简单机械组合成一辆能把一只质量600克的罐头举高5厘米的起重机模型。

你的起重机必须：

- 包含两种以上的简单机械；
- 使用另一只装满沙子的罐头盒作为动力；
- 制作过程必须遵循附录中的有关安全守则。

课题准备 和同学集体讨论起重机模型的各种不同的设计方案，看看哪些材料可以用来制造起重机模型。

检查进度 在学习这一章内容的同时，进行这个课题的研究。为保证课题按时完成，在以下各阶段检查进度。

第一节复习，第109页：算出你的起重机必须做的功。

第三节复习，第128页：分析影响机械效率的有关因素，并完成你的课题。

总结 在本章的结束(第137页)，展示你制作的起重机模型。

现在由这一机械完成的搬运工作，以前是由马或牛来完成的。

SECTION 4 与生命科学的综合

人体内的机械

探索 你是一台会吃东西的机器吗

SECTION 1

什么是功

探索 活动

当你以某一角度拉物体时，会出现什么情况



1. 在一个带柄的大杯子里加半杯水。
2. 把一根橡皮筋从中间剪断，这样你就有了一条强度适中的橡皮绳。把橡皮绳穿过杯柄，这样你可以拉着橡皮绳让杯子在桌面上匀速运动。
3. 把橡皮绳分成左右等长的两部分。若使这两部分呈平行状态及一定角度来拉动橡皮绳，猜猜看，用哪种方法拉动效果更好？
4. 试着以这两种方式拉动橡皮绳，观察两者的不同之处。

思考

提出假设 两种方法中，哪种拉动效果更好？你能解释其中的原因吗？如果增大拉绳的角度，你认为会出现什么情况？

阅读指南

- 什么是功？
- 怎样计算功的大小？

阅读提示 阅读前，先看一下标题，并把它们改写成问题的形式，然后边读边写出这些问题的简明答案。

暴风雪过后，你的一位邻居的汽车陷进了雪堆里。你帮他把车周围的雪铲开，试着把车子往后推，司机则发动了车子，但车轮只是嘎嘎嘎空转。尽管你已使出了全身的力气，车子还是纹丝不动。10 分钟后，你已是筋疲力尽，而车子还是卡在雪堆中。在这一过程中，尽管你用了很多力，铲雪时也做了一些功，但从科学的角度来看，整个过程你并没有做任何功。



功的含义

在科学上，如果你施力于某一物体，并使这一物体在该力的作用下发生了一段位移，那么，你就做了**功(work)**。例如，你推了一下秋千上的小孩，你对小孩做了功；从书包

图 4-1 把满满一箱报纸从地上抬起来是做功，但搬运这箱报纸时没有做功。
图解 *为什么这个女孩在搬运这箱报纸时没有做功？*

里拿出一本书，你对书做了功；从购物车上拿出一包食品，你就对这包食品做了功。



没有位移就没有功 那么，为什么你试图把车子从雪堆里推出来时没有做功呢？这是因为车子没有移动。**要对某一物体做功，该物体必须在你所施加的力的方向上发生位移。**如果物体没有动，不管你施加了多大的力，你都没有做功。施加了力，却没有做功的例子很多。例如，你在一项建筑工程中帮忙，你被要求托住一块木板，很显然你对这块木板施加了力，但是由于施加的力并没有使木板移动，所以你并没有对木板做任何功。

图 4-2 你也许费了很大力，但是，只要车子没有移动，你就没有做功。

位移的方向必须与力的方向一致 当你背着很重的书包去学校时，你做了多少功呢？你也许会认为你做了很多功，但事实上并非如此。**要对一个物体做功，你施加的力必须与物体运动的方向一致。**当你匀速搬运物体时，你施加一个向上的力来举物体，这样它就不会掉到地面。但物体运动的方向是水平的，当你搬运物体时，由于施加的力是垂直的，而运动方向是水平的，所以你没有对它做任何功。

当你拉动一个雪橇时，你做了多少功？拉雪橇时，你以某一角度拉动绳子，因此，你施加的力由两个分力组成：水平（向右）的分力和垂直（向上）的分力。你拉动绳子时，只有其中一个分力做了功，这个力是与雪橇运动方向一致的那个分力。另一个分力并没有帮助你拉动雪橇，即没有做功。



图4-3 用绳子拉雪橇前进时，并不是所用的力都做了功。

增进技能

推论



当你把垃圾桶从家里拖到路边时，你做了功。你对垃圾桶施加了一个力，在该力的作用下，垃圾桶移动了。那么能否因此就可以认为，只要物体移动了，你就对该物体做了功呢？回想一下卫星是怎样围绕地球做圆周运动的。当卫星沿轨道运行时，卫星是否做功了？请以图解来说明你的答案。

如果你已经做了前面的探索活动，你就会知道，推拉某一物体时，角度越小越省力。也就是说，你应该尽可能在与物体运动方向相同的方向上施加更大的力。下次当你用耙清理一堆落叶或者用吸尘器打扫房间的时候，可别忘了这一点。

☑ ***想一想*** ***怎样判定是否对某物体做了功？***

功的计算

要把重100牛和200牛的盆栽树从地面抬高至同一高度，你认为哪个需要做更多的功？把树从地面抬起放入手推车，或者把它从一楼抬到大楼顶楼，哪个做了更多的功？你的常识或许会告诉你，抬较重的物体需要花费更多的力，因而需要做更多的功；移动远距离的物体需要做的功比近距离的要多。这两种想法都是正确的。

你所做功的大小取决于你施加的力以及物体在该力作用下移动的距离：

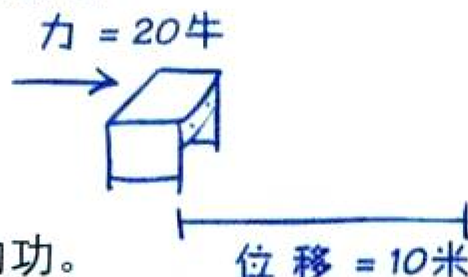
功＝力×位移

力对物体做功的大小等于力乘以物体在力的方向上发生的位移。

例题

你想重新布置一下教室里的桌子，你用20牛的力拉动课桌10米，你做了多少功？

分析 已知施加于课桌上的力和课桌在力的方向上发生的位移大小，计算所做的功。画出如下所示的简图来帮助你解答。



写出公式 功＝力×位移

替代与运算 ＝20牛×10米

＝200牛·米＝200焦

思考 从答案我们知道，你对课桌做了200焦的功。

练习题

1. 一台液压起重机把一辆重为12 000牛的汽车举高了2米，请问起重机对汽车做了多少功？
2. 你用0.2牛的力从地上捡起一支铅笔，如果你把它举高了1.5米，请问你做了多少功？



与数学的综合 如果力的单位是牛，位移的单位是米，功的国际单位就是牛·米，也称焦。这个单位是为了纪念著名物理学家詹姆斯·普雷斯科特·焦耳。焦耳在19世纪中期对功进行了深入的研究。1 **焦(J)** 等于1牛的力在力的方向上发生1米位移所做的功。



根据功的计算公式，你可以比较抬起那两棵树所做功的大小了。当你匀速举起某一物体时，你施加在物体上的向上的力肯定与物体的重力相等。要提起第一棵树，你得施加100牛的力。如果把它抬高1米，你得做100牛 × 1米的功，也就是100焦。要抬起那棵稍重一些的树，你得施加200牛的力，因而你得做200牛 × 1米的功，也就是200焦。要搬动重一些的树你得做更多的功。

图4-4 这些学生在栽树的过程中做了功。

推论 *若树的质量增加1倍，他们得做多少功？如果他们提着树走的距离增加了3倍呢？*

现在来考虑一下把树抬到一处更高的地方时的做功情况。你做了100焦的功后，把树抬高了1米。假设一升降机把同一棵树提到40米高的房顶，尽管升降机用的力没有增加，但它把树移动了更长的一段距离，它所做的功为100牛 × 40米，即4 000焦。升降机做的功是你的40倍。



第一节复习

1. 是不是只要施加了一个力，你就一定做了功？解释你的答案。
2. 写出功的计算公式。
3. 一个物体在2牛力的作用下发生了3米位移，另一物体在一个3牛的力作用下发生了2米位移。比较两个物体做功的大小。
4. **理性思维** **应用概念** 你得把5罐每罐4.5升的油漆从地下室搬到二楼。你可以一次把它们全搬上楼，你也可以每次一罐分开搬。你认为用哪种方法做的功更多？为什么？

课题 4

检查进度

如果你的起重机模型把一只质量为600克的罐头举高了5厘米，则它做了多少功？画一幅力的分解图，在图上标出所受的力以及各自的方向。记下制造过程中的一些心得。与同学们讨论一下，能用来制作起重机模型的材料有哪些。

SECTION 2

机械效益和效率

探 索 活 动

这是机械吗

1. 老师会给你一堆各种各样的物品。请仔细观察每件物体。
2. 把这些物品分为机械的和非机械的两类。
3. 弄清楚你认为是机械的那些物品是如何工作的，并向别的同学介绍一下每一个物品。



思考

下定义 为什么你可以断定某些物品是机械，而其他一些不是呢？

阅读指南

- 机械是如何简化工作的？
- 实际的机械效率与理想的机械效率之间有什么差别？
- 你如何评估一种机械的效率？

阅读提示 阅读时，利用标题写出一份有关机械所具备的功能的提纲。

卡车有机肥刚刚运抵你的新花园，现在的问题是这堆有机肥被倒错地方了，它应该倒的地方离此地还有10米远，你该怎么办？你可以用手一捧一捧地搬，但那会花很长时间；你也可以用铲子和手推车，那样的话，你的工作就变得轻松多了。或者你还可以用推土机来推，那会使你的工作变得更简单。

什么是机械

铲子和推土机都是机械。**机械(machine)**是一种装置，它能使你的工作更简单、有效。也许你习惯于这样一种思维，认为机械应该是那些靠电来驱动的、设计精密复杂的玩意儿。但实际上，机械也可以像铁锹，甚至斜面那么简单。

你可能会认为机械减少了工作总量，其实不然。例如，不论用什么办法来搬一堆有机肥，工作量都是相同的。同样，不管你是用手抬起一架钢琴，还是利用斜面把它推到一定高度，你所做的功都是一样的。





图 4-5 机械可以通过上述三种途径中的一种，使工作更轻松。
图解 *每一种类型的机械中，输出力与输入力的关系怎样？*

铲子和斜面只是改变了你的做功方式。**机械通过改变你所施加的力的大小、物体在力的作用下发生的位移或力的方向来使你的工作更轻松**。也可以说，机械通过增大力或位移，或改变力的方向，从而使工作变得更轻松。

当你借助机械工作时，你施加了一个力，并在该力的作用下使物体发生了位移。例如，当你使用铁锹搬运有机肥时，你在铁锹柄上施加了一个力。施加在机械上的力被称为**输入力（input force）**，有时也叫做动力。然后，物体在该力的作用下运动了一段位移，我们说机械做功了。同时，铁锹也给出了一个力来搬动有机肥。由机械给出的力称为**输出力（output force）**，有时也称为阻力，因为机械必须克服某些阻力做功。

力的放大 某些机械的输出力大于输入力。若做功总量保持不变，怎样做才能少费力而完成同样的任务？记住功的计算公式是：功 = 力 × 位移。若总功不变，力的减小必定意味着位移的增大。因此，机械在受到较小的力而做等量的功时，你就得增大物体在该力方向上的位移。尽管使用机械不能省功，但是使用机械后工作就轻松多了。

哪些装置能让你通过增加物体在作用力方向上的位移而实现省力的目的呢？就让我们来看一下斜面吧。假设在学校大礼堂内，你要把一架钢琴抬到舞台上去，你可以竖直抬起它，也可以利用斜面把它推上舞台。要是你用了斜面的话，你推钢琴的力的作用距离就要长一些，



图 4-6 作用在铁锹上的输入力要比铁锹产生的输出力大。

因为斜面的长度比舞台的高度要大。斜面的好处是，你把钢琴往台上推的时候，可以省一些力。

距离的放大 在一些机械中，输出力甚至小于输入力。既然这样，那么为什么还要使用这种机械呢？这种机械的优点在于利用它可以使输入力的作用距离缩短。当然，要想缩短力的作用距离，就得施加更大的力。

那么，什么时候需要这样的机械呢？想想曲棍球运动中的击球动作，你稍微移动一下握在球棒一端的双手，球棒的另一端就会移动一大截，轻松击中远处的球，球获得的速度比你手移动的速度要大很多。天热的时候，我们把一张纸折两下，就拿来当作扇子来来回回地扇，此时，你的手握着纸片的一端，移动的距离很小，而纸片的另一端移动的距离就大多了。在高挡位上骑自行车时，你施加在脚蹬上的力的作用距离并不长，但自行车却滚出去很长一段距离。

改变方向 有些机械既不改变力的大小，也不改变力作用的距离，那么这样的机械又有什么好处呢？请看图4-7，想一想船升帆时的情形。要想把帆升上去，你可以先爬上桅杆，然后用根绳子把帆给拉上去。但如果站在甲板上，拉着绳子把帆升起来就方便多了。如图所示，在桅杆上穿一根绳子，把绳子往下拽就可以把帆升起来。这一系统也是一种机械。通过改变力的作用方向，它让你的活变得轻松多了。

☑ ***想一想*** ***机械让工作变得轻松有哪三种途径？***



图 4-7 一、二、三，使劲拉！帆慢慢升起来了。图中的水手为了把帆升起来，正使劲地把绳子往下拽。

应用概念 *为什么绳子构成的系统可以看成一种机械？*



图4-8 菜刀也是一种机械，它让你切菜时更轻松。

机械效益

把输入力与输出力作一比较，你就知道使用机械的效益了。**机械效益可以用输入力放大的倍数来表示。**输出力与输入力之比就是一台机器的机械效益，即：

$$\text{机械效益} = \frac{\text{输出力}}{\text{输入力}}$$

机械效益之一：放大力 能把输入力放大的机械，因为输出力大于输入力，所以它的输入力放大倍数大于1。以罐头启子为例，如果你给启子施加了20牛的力，而启子能产生60牛的力，罐头启子把你的力放大了3倍！假设直接抬起一架钢琴需要3 200牛的力，使用斜面之后，你只需要1 600牛的力，斜面把你的力放大了2倍。

机械效益之二：增加力的作用距离 能把力的作用距离放大的机械，其输出力要比输入力小。例如，你给机器施加20牛的力，而机械输出的力是10牛。机械的输出力是你输入力的一半，但是你的力作用到了一个更远的地方。

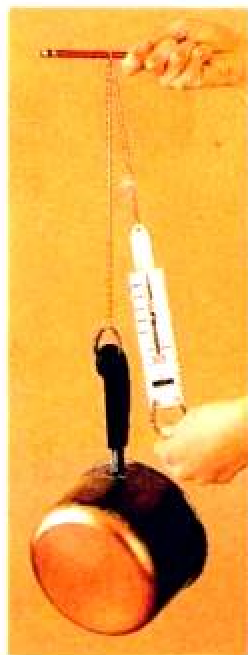
机械效益之三：改变力的方向 有时使用机械的目的只是改变力的方向，这时输出力与输入力是相等的。

试一试

升上去了



绳子仅仅改变了力的方向吗？找出答案。



1. 把一根50厘米长的细绳拴在一只空的锅上。在绳子的另一头结成一小环。
2. 用一弹簧秤慢慢地将锅拉高20厘米，记下弹簧秤的读数。
3. 让绳子绕过一支铅笔后往下拉，仍将锅拉高20厘米。预测一下，此时弹簧秤的读数多大。你的预测对吗？

推论 两个读数比较后得到什么结果？如果两者不同，解释其中的原因。使用这类系统有什么好处？



机械效率

到目前为止你已经知道，作用于某一机械上的功（输入功）与机械所做的功（输出功）大小完全相同。但这只是在理想情况下成立，事实上，输出功总是要小于输入功。如果你试过用一把很紧的剪刀去剪东西，你就会知道，在你费力地张开或合拢这把剪刀，或者说在克服剪刀部件之间的摩擦时，你浪费了很大一部分功。

任何机械都会因克服摩擦而浪费一些功，摩擦越小，输出功越接近于输入功。**机械效率 (efficiency)** 等于输出功与输入功的比值，用百分比来表示。百分比越大，机械效率就越大。

如果上述那把剪刀的效率为60%，那就是说你所做的一半以上的功被用来剪东西了。其余的40%则因为要克服剪刀自身的摩擦而被消耗掉。机械效率为95%的机械几乎没有什么功的损失。理想机械的效率应该是100%。

例题 用手动割草机整理草坪时，你做了 250 000 焦的功来移动割草机。如果割草机用来割草的功为 200 000 焦，那么该割草机的机械效率多大？

分析 已知输入功和输出功，求机械效率。

写出公式 $$\text{机械效率} = \frac{\text{输出功}}{\text{输入功}} \times 100\%$$

替代与运算 $$= \frac{200\ 000}{250\ 000} \times 100\%$$

$$= 0.8 \times 100\% = 80\%$$

思考 机械效率为 80% 的意思是每 100 焦中有 80 焦的功用来割草了。这个答案是合理的，因为大部分的输入功转化为输出功了。

练习题

1. 你使用一把榔头时做了 1 500 焦的功，榔头在钉子上做了 825 焦的功。该榔头的机械效率是多少？
2. 假设整个冬天你都把割草机放在户外，现在割草机生锈了，在你做的 250 000 焦的功中，只有 100 000 焦的功用来割草，割草机现在的机械效率是多少？

机械效率的计算 已知某一机械的输入功与输出功，就能计算出它的机械效率。用输出功除以输入功，再把所得结果乘以100%，就可以计算出某一机械的效率。用公式概括为

与数学的综合

$$\text{机械效率}=\frac{\text{输出功}}{\text{输入功}}\times 100\%$$

实际机械与理想机械 如果你可以找到一个效率为100%的机械，那么这个机械就是一个理想机械。不幸的是，这种机械并不存在。所有机械在工作时，都会因为摩擦而损耗一些功，因此机械在实际情况下所提供的机率总是低于100%。

机械的理想效率为100%。然而，如果测量了某一机械的输入功与输出功的值，你会发现它的效率总是低于100%。这个测出的机械效率叫做机械的实际效率。

数学工具箱

百分比

用一个数字除以100，你就得到一个百分比。如，25除以100可以写成25 ÷ 100或25%。

任何比率，乘以$\frac{100}{100}$这个分数后，都可以写成一个百分比的形式。比如：

$$\frac{11}{20}\times\frac{100}{100}=55\%$$

$$\frac{3}{4}\times\frac{100}{100}=75\%$$

机械的效率是和理想机械相比较而言的，理想机械的效率为100%。



第二节复习

1. 若不减少完成某一工作所需的功，机械如何使工作变得更为省力？为什么？
2. 为什么实际机械都不是理想机械？
3. 要计算机械效率，需要知道哪些条件？
4. 机械能否同时增大力与距离？为什么？
5. **理性思维** **对比** 画一张表格，对两种机械进行比较。其中一种机械费力，另一种省力。比较每种机械的输入与输出力、输入与输出距离及输入与输出功。

身边的科学

请家人查看一下你家里的手动工具。选取一样像铁锹、榔头、螺丝刀之类的工具，或者是像刀、打蛋器之类的厨房用具。向家人解释有关输入力、输出力的概念，然后请他(她)说出你选的这些工具的输入力与输出力。

技能实验室

控制变量

跷跷板科学

本实验通过研究跷跷板的特性，训练有关变量控制的技能。

问题

距离和物体重力之间应保持怎样的关系，才能使跷跷板保持平衡？

材料

米尺　　胶带

28个1元硬币

一个质量约50克的物体

长10厘米左右，直径约为3厘米的榫钉或其他圆柱形物体，作支点用

步骤

1. 先用榫钉和米尺搭建一个跷跷板。若用圆柱形物作支点，把圆柱形物牢牢粘贴于桌面上，以免它滚动。
2. 在米尺上选择55厘米、60厘米、70厘米或75厘米各刻度点，分别作为你要放到榫钉上的支点位置，并记下你的选择。把米尺放到你选择的支点上，并让100厘米这一刻度出现在你的右侧。
3. 在米尺稍短的一端滑动质量50克的物体，直至米尺两端都悬空，呈平衡态。（该过程称为米尺的归零校正）
4. 把数据表格抄写到你的笔记本上。
5. 把一堆8个硬币准确地放到80厘米这一刻度上。以厘米为单位，确定从支点到硬币的距离。把有关跷跷板右侧的数据记录到数据表中。
6. 预测：应在哪个位置堆放5个硬币，才能使米尺平衡？检测你的预测，并在表格跷跷板左侧的"硬币位置"这一栏中记下实际位置。
7. 以厘米为单位，确定从支点到左边

数据表

本组支点位置：______厘米

测试序号	跷跷板左、右侧	硬币数目／pw	硬币位置／厘米	与支点距离／厘米	硬币数目×距离
1	右				
	左				
2	右				
	左				
3	右				

一堆硬币的距离。在表格跷跷板左侧的“与支点距离”一栏中记下该距离。

8. 若使用一个想像中的重力单位——硬币重(pw)，那么1硬币即重1pw。用硬币的数目乘以它们与支点的距离，并把结果记录在表格最后一栏中。

9. 如果你用7个、12个、16个和20个硬币来取代先前的5个硬币，那么步骤6中，硬币的位置将如何改变？用实验检验你的预测。

分析与结论

1. **控制变量** 实验中，什么是自变量？什么是因变量？如何区分两者？

2. **分析数据** 若增加右边硬币的数目，那么你该如何改变硬币离开支点的距离，以保持米尺平衡？

3. **得出结论** 为保持跷跷板平衡，对距离与重力两者之间的关系，你可以得出什么结论？

4. **控制变量** 为什么用50克的物体对米尺进行归零校正？这一步骤很重要吗？

5. **分析数据** 与其他几组比较一下实验的结果，看看不同的支点位置对实验结果有什么影响。

6. **交流** 当一对好朋友坐在跷跷板的两头时，为了保持平衡，他们会怎么说？已知其中一个人的体重为54千克，另一个人的体重为42千克。

实验设计

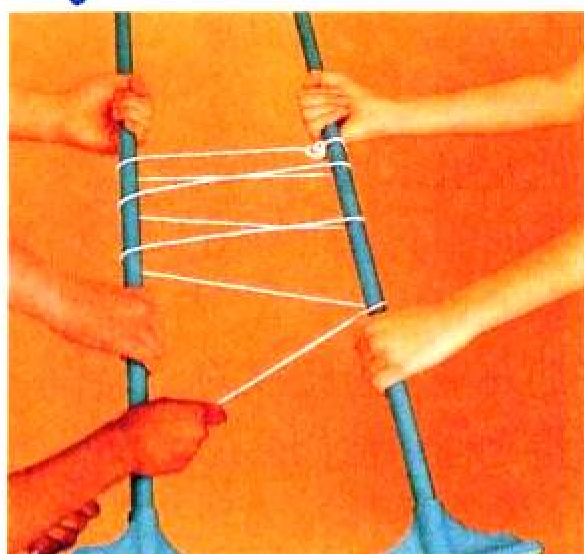
假设你有一个可移支点的跷跷板，你想和一个体重只有你一半的朋友一起玩，你们两人都希望坐在跷跷板的末端，那么你该把支点放在哪个位置？要想知道你的设想是否正确，你该对上述用硬币做的实验作怎样的调整？



SECTION 3

简单机械

探 索 活 动



如何增大你的力

1. 和两个同学合作，用绳子把两根竹竿缠绕在一起。（如图所示）
2. 在整个实验过程中，你的两个伙伴应尽量握住竹棍并往相反方向施加大小相同的力。为安全起见，他们应握紧竹棍，但不要尽全力。
3. 试着拉动竹竿，看能不能把他们两人拉到一起。你做得到吗？
4. 你能通过拉动绳子，而把他们拉到一起吗？

思考

预测 如果在竹棍上用绳子多绕几圈，你认为效果怎样？

阅读指南

- 有哪六种简单机械？
- 如何计算简单机械的机械效益？

阅读提示 阅读过程中，列出六种简单机械，并用自己的话对它们加以描述。

请看本节插图中的物体。哪几种可以称作机械？当你发现这里每一种物体都是简单机械时，你是否会很惊奇？通过上一节的学习，你们已经知道，机械通过改变所施加的力的大小和方向来帮助你工作。

有六种基本的简单机械：斜面、楔、螺丝、杠杆、轮轴和滑轮。在这一节中，你将了解这些不同类型的简单机械是如何帮助人们工作的。



图 4-9 无论你是用筷子吃东西，用搅拌器搅拌食物，把螺丝旋紧，还是用鱼竿拉起上钩的“成果”，你都在运用简单机械。

斜　面

假如要你将某样东西从低处搬到高处，你会怎么做？这时，或许你会想，如果有一个斜坡可以利用，工作将会简单许多。因为，用了斜坡，将装了杂物的手推车推上卡车就不是很困难的了。斜坡，又称斜面，是简单机械的一种。**斜面 (inclined plane)** 是与水平面成一角度的平面。



图4-10　虽然不论你是否运用斜面把装载了货物的手推车提升至卡车高度，你所做的功总是相同的，但用斜面会让你省力许多。

因果推断　*在你施加的力的作用下，距离发生了什么变化？*

斜面增加了你的输入力的作用距离。这样，所需输入力就小于输出力。作用在斜面上的输入力是你用来推或拉动某一物体的那个力，而输出力则是你在不用斜面的情况下将物体举高时所用的那个力。

斜面效益　用斜面长度除以它的高度，你可以得出理想斜面的机械效益：

$$\text{斜面效益} = \frac{\text{斜坡长度}}{\text{斜坡高度}}$$

假设你正往一辆1米高的卡车上装载货物，你设置了一个3.0米长的斜坡，如图4-11所示。那么，通过这一斜面产生的输出力，是你所施加的输入力的3倍。

如果保持斜面的高度不变，增加斜面的长度，你能得出什么结论？你可以发现，斜坡越长（也就是越平坦），你推拉物体所需的输入力也就越小。

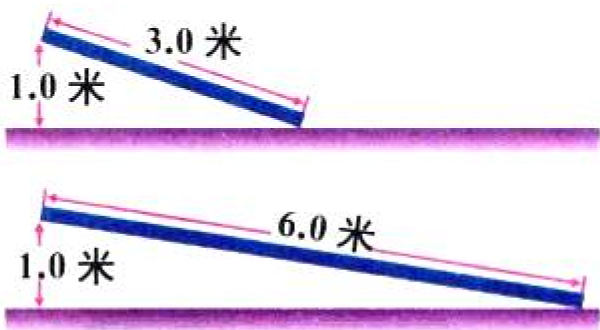


图4-11　若斜面高度保持不变，而把它的长度增加1倍，你也就将输入力放大了1倍。

斜面的效率　尽管斜面自身没有运动，但和其他机械一样，它也会因摩擦而损失一部分功。这时的摩擦发生在物体与斜面之间。比如，你要将一只箱子推上斜面，箱子底部和斜面之间就发生了摩擦，你可以通过减小这种摩擦来提高斜面的效率。例如，你可以将箱子放在有轮





图4-12 用手掰开一块圆木是不可能的，但楔能将一个力放大许多倍。利用楔，只需要一个很小的力就能将木头劈开。

子的小车上，再将小车推上斜面，而不是直接把箱子放在斜面上。这样，摩擦力就会减小。

楔

如果你用水果刀把苹果切成片，或见过别人用斧头砍木头，你就会对另一种简单机械——楔感到很熟悉。**楔(wedge)**是一种一端粗厚，另一端渐渐变细变薄，直至成刀刃一样锋利的一种工具。为帮助你更好地理解，也可以把楔想像成一个可移动的斜面(或两个背对背的斜面)。和斜面一样，楔越长、越薄，做等量的功所需的力就越小。

使用楔时，楔不是作为斜面上运动的那个物体，相反，它作为斜面自身在运动。例如，某人用一把斧头劈木头时，他把输入力作用于斧头柄上，斧头柄施加一个力于斧头背上，同时在斧刃处产生一个输出力。正是这个力将斧头推入木头中，并穿过木块，把它劈成两半。

拉链是另外一种借助于楔这一简单机械的工具。你是否试过用手将拉链的两边扣到一起？你会发现，仅仅依靠手劲把拉链两边的拉齿扣到一起几乎是不可能的。但当你拉拉链时，拉链上那一个个小的楔把你的输入力放大了，强大的输出力很轻松地就将拉链的两边合上或分开。



图4-13 对衣服上的拉链，你可能从来没有好好考虑过。拉链正是利用了楔将它的两边合在了一起。



图4-14 这些螺丝通过增加力的距离而使你所施的力放大。螺丝上的螺纹越密，螺丝所通过的距离就越长，你所需的力气也就越小。
因果推断 *螺纹的疏密是如何影响所施力的大小的?*

螺　丝

和楔一样，螺丝也是一种和斜面有关的简单机械。**螺丝 (screw)** 可以看作是一个绕在圆柱体上的斜面，这个螺旋状的斜面形成了螺纹。

当你用螺丝刀将一枚螺丝旋进木头时，你对螺丝施了力，随着螺纹的转动，它们将输出力作用于木头上。若螺纹很密，你要多转几圈，才能把螺丝旋进物体，换句话说，你得多花些时间。和所有的机械一样，距离增加，输出力也随之增加，因此，螺纹越密，所用力越小。

除了普通的螺丝外，还有许多装置也都利用这一原理，如螺杆、水龙头和瓶子的盖子等。让我们来看一下瓶子的盖子，你转动盖子时，施加了一个相对较小的力，但是这一较小的力因为盖子的纹路（刚好和瓶口纹路吻合）而大大增强，结果是，盖子紧紧地合在了瓶口上。

想一想 ***楔与螺丝有什么联系?***

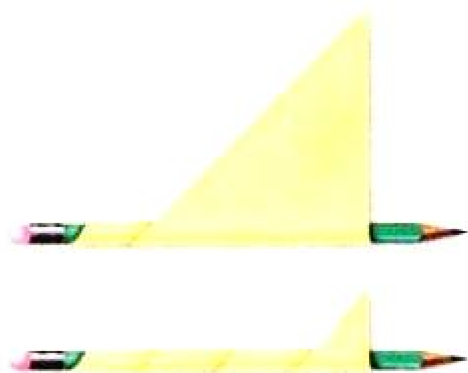
杠　杆

你坐过跷跷板或用开罐器打开过油漆罐吗？如果有过这方面的经验，那么你对一种叫做杠杆的工具已经很熟悉了。**杠杆 (lever)** 是一种能绕着某一固定点自由转动的硬棒。这个固定点称为**支点 (fulcrum)**。

试一试

做一个螺丝模型 活动

以下是用纸和铅笔制作一个螺丝模型。



1. 从纸上剪下一个直角三角形。
2. 将三角形中的一条直角边贴在一支铅笔上，然后将纸围着铅笔绕起来。

建立模型 这个模型在哪些方面与真正的螺丝相当？你能想出一种方法，算出你的螺丝模型的力的放大倍数吗？

形象艺术链接

物理知识居然创造了一种全新的艺术形式。亚历山大·考尔德(1898~1976)，美国雕塑家，他首创了活动雕塑。他曾这样说："活动雕塑是一首和着生命中的快乐翩然起舞的诗。"

考尔德把他的艺术天赋与杠杆原理结合起来，通过活动雕塑来表达美。你同样可以做到。

阅读DIY

用制图纸、线和一个金属挂钩做一个活动装置。在日记中描述一下你的活动装置，并解释你是怎样使它达到平衡的，做了哪些调整。



图4-15 图中这一手工制品就体现了杠杆的原理。

为了了解杠杆的工作原理，我们来看看开罐器。开罐器其实就是一根杠杆，开罐器在罐子边缘的那个支撑点就是杠杆的支点。要打开一瓶罐头，你先得把开罐器的顶端戳进盖子的下面，然后在开罐器的柄上施加一个向下的力，这时开罐器的顶端在支点的支撑下往上翘起，在罐头的盖子上产生一个向上的输出力，于是盖子就被打开了。

杠杆有两个作用。一是把你输入的力放大，二是改变作用力的方向。你用力往下压，盖子则向上翘起。

杠杆的类型 开罐器的支点位于动力与阻力作用点之间，但并非所有的杠杆都是这样的。根据支点相对于动力与阻力作用点的位置关系，杠杆可以分为三类，具体的例子请参照探索"杠杆的三种类型"这一节。

杠杆力的关系 尽管在开罐头时，你的手移动的距离比起盖子移动的距离要大，但是比起不用开罐器来，你省力多了。

通过比较动力臂与阻力臂的长短，就可以得出杠杆动力与阻力的关系。

在开罐器这一例子中，支点与动力作用线之间的距离(动力臂)大于支点到阻力作用线之间的距离(阻力臂)，这就意味着它是省力的。一个普通开罐器的阻力与动力的比值 $= \frac{16\text{ 厘米}}{0.8\text{ 厘米}} = 20$。

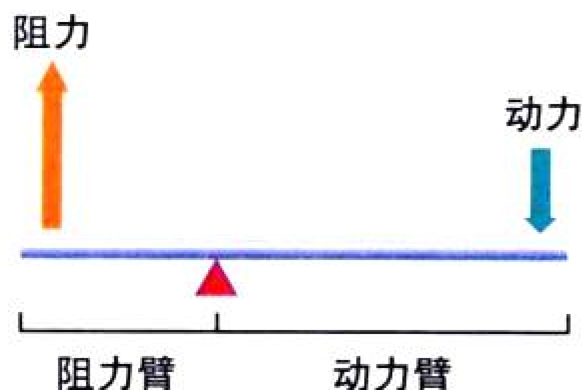


图4-16 这是省力杠杆。

想一想 *杠杆上的哪一点是不动的?*

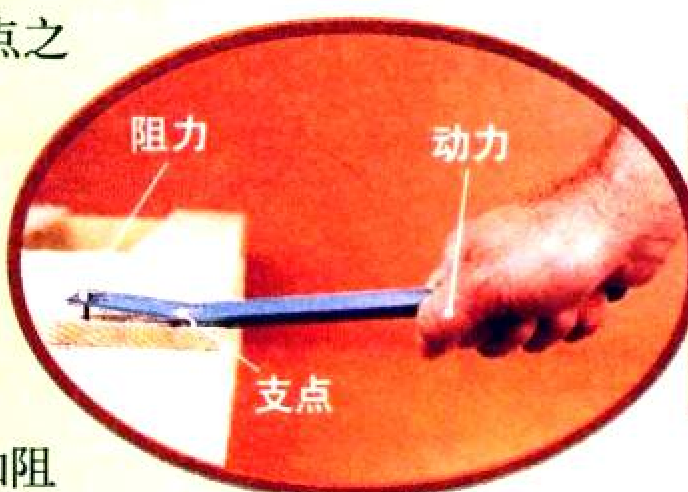
探索 杠杆的三种类型

根据支点相对于动力与阻力作用点的位置关系，杠杆可以分为三类。请注意下列每个例子中支点的位置。

第一类

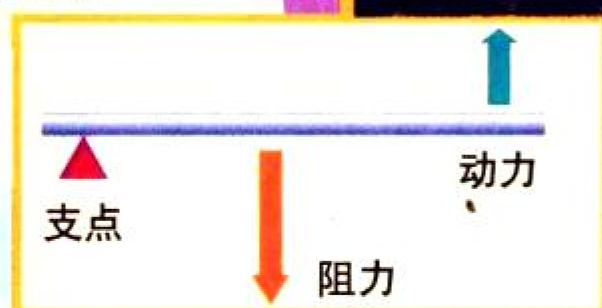
支点在动力与阻力作用点之间，支点与动力作用线之间的距离(动力臂)大于支点与阻力作用线之间的距离(阻力臂)，这类杠杆是省力杠杆。反之，则是费力杠杆，它能增加阻力的作用距离。这类杠杆还包括：剪刀、老虎钳和跷跷板。

注意：这类杠杆同时还改变作用力的方向。





第三类

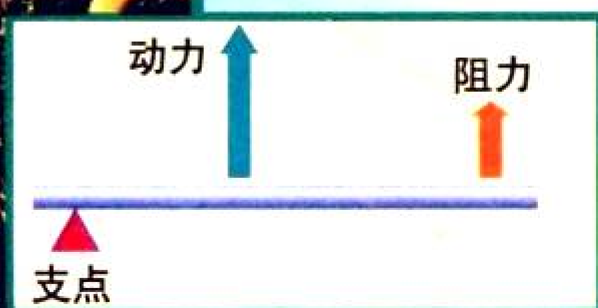




支点在杠杆一端，这类杠杆是省力杠杆，但是它们不改变作用力的方向。这类杠杆还包括：门、核桃夹以及开瓶器。

第二类





支点在杠杆一端，这类杠杆是费力杠杆，能增加阻力的作用距离，但不改变输入力的方向。这类杠杆还包括：钓鱼杆、铁锹和垒球棒。

轮　轴

不借助任何工具，仅用两只手，你能把螺丝钉钉进木头里去吗？你会发现这实在很难，但如果有一把螺丝刀，就很轻松了。

螺丝刀利用的是一种叫做**轮轴 (wheel and axle)** 的简单机械。轮轴是两个圆形或椭圆形的物体连结在一起，并围绕同一轴心转动的一种简单机械。其中大的那个圆叫做轮，小的圆叫做轴。拿螺丝刀来说，柄就是轮，刀杆就是轴。

科学与历史

工程史上的奇迹

许多简单机械曾被应用于世界上最漂亮、最实用的工程建设中。





公元前 2550 年

古埃及吉萨金字塔建筑现场

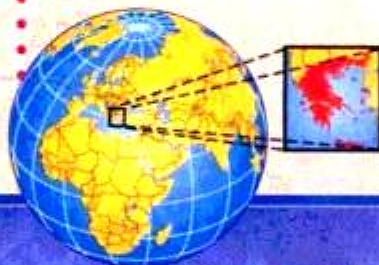
古埃及人用木楔成功切割了用来建造金字塔的230万块石头。在采石场，古埃及人把木楔打进石缝，将巨大的岩石撑裂，然后把大石块沿着斜面推上金字塔的顶部。

公元前 2000 年　　公元前 1000 年　　公元 1 年

公元前 500 年

古希腊埃皮道鲁斯大剧院

古希腊人已不再使用斜面，而是依靠一种由滑轮拉动的起重装置吊起巨大的石块，建成了大剧院。在演出的时候，他们甚至使用这种起重装置把演员从空中放到舞台上。



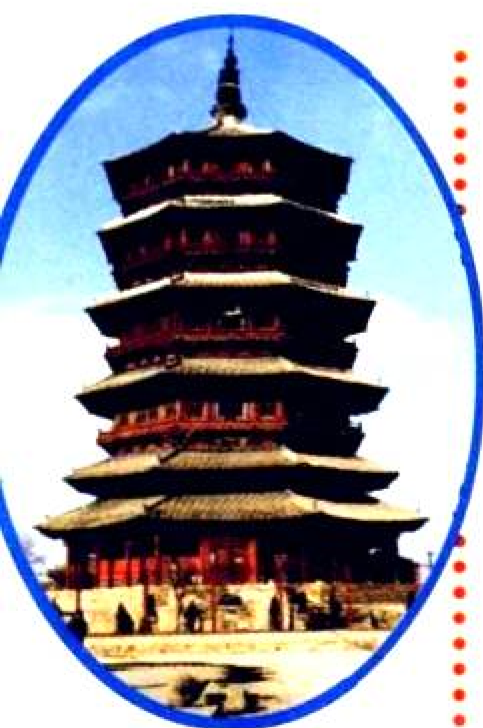


你每次转动门把手时，事实上就是在运用轮轴。球形的握把是轮，锁心就是轴。磨房里的水车、汽车的方向盘、打蛋器的柄都是轮轴的实例。

轮轴的优点 轮轴是怎样使工作变得简单的？在比轴大的轮上施加一个力后，轴开始转动并输出一个力来转动螺丝之类的东西。轮轴放大了你的力，只是你所施加的力的作用距离要长一些。对螺丝刀来说，你得多转几圈。

阅读 DIY

假设你是下面大事年表中列举的建筑工地上第一个想到使用简单机械的人。写下你的建议，当然你得研究一下当时的情况以及使用的场所。向工地的主管解释你推荐的简单机械对建筑工人们有什么好处。



公元 1056 年

中国应县木塔

支撑这座塔塔顶的桁条就属于第一类杠杆。塔尖的重心压住桁条的一端，桁条的另一端则挑起塔顶的外檐。



公元 1000 年　　公元 2000 年



公元 1000 年

印度布里哈德沙拉瓦神庙

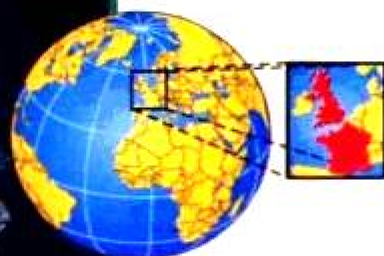
当时神庙已经高达 60 米，建筑工人要把一块质量达 70 000 千克的石块穹顶沿着几千米长的斜面拉上神庙的顶部。

1994 年

英、法之间的英吉利海峡海底隧道

英吉利海峡的海底隧道工程使用了特殊的钻探设备。隧道全长 50 千米，于 1994 年正式开通，目前只允许火车通行。





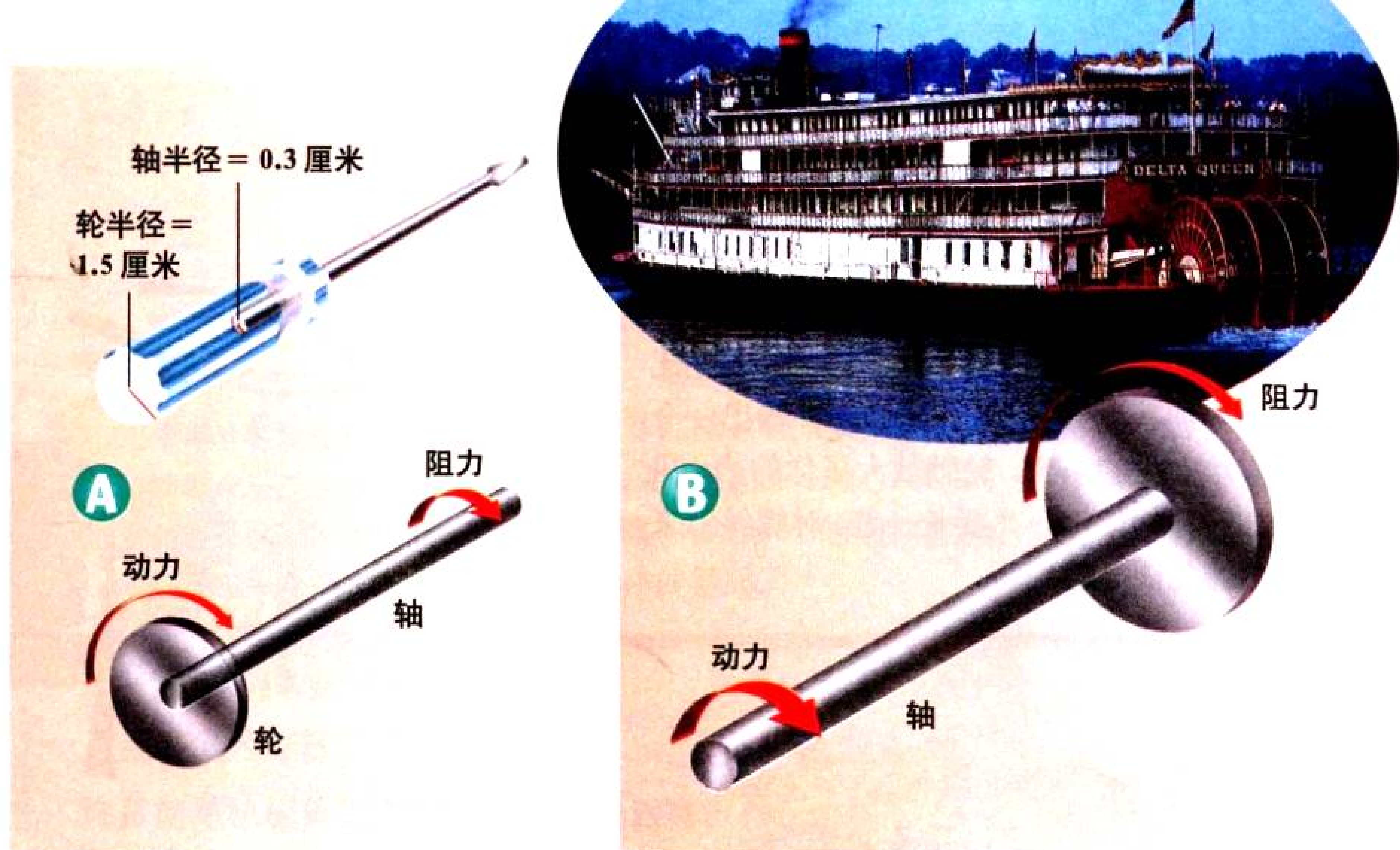


图4－17 图A所示的螺丝刀，是轮转动轴。然而，如图B所示，游船的明轮却是轴转动轮。

图解 *游船上的轮轴又是怎样使工作变得容易的？*

轮半径与轴半径之比等于轮轴的阻力与动力之比(轮与轴的半径是指各自外缘到共同轴心的距离)。 即：

$$\frac{\text{阻力}}{\text{动力}}=\frac{\text{轮半径}}{\text{轴半径}}$$

螺丝刀：$\frac{\text{阻力}}{\text{动力}}=\frac{1.5\text{厘米}}{0.3\text{厘米}}=5$。

其他轮轴 如果动力作用在轴上而不是轮上，那会发生什么现象呢？如图4－17中的游船，引擎的力是施加在较大的转轮的轴上的，在轴的带动下转轮往后推水，这样一来，动力的作用距离较阻力的作用距离小。所以，当动力作用于轴上时，轮轴所起的作用是增大力的作用距离。

☑ ***想一想*** ***球形门拉手是如何工作的？***

滑 轮

升降旗、打开或拉上窗帘时，你都要用到一种叫做滑轮的简单机械。**滑轮(pulley)**是指绕着一根绳子(或者链子甚至钢缆)的有凹槽的轮子。使用滑轮时，你得拽绳子。滑轮能够改变作用力的大小和方向。

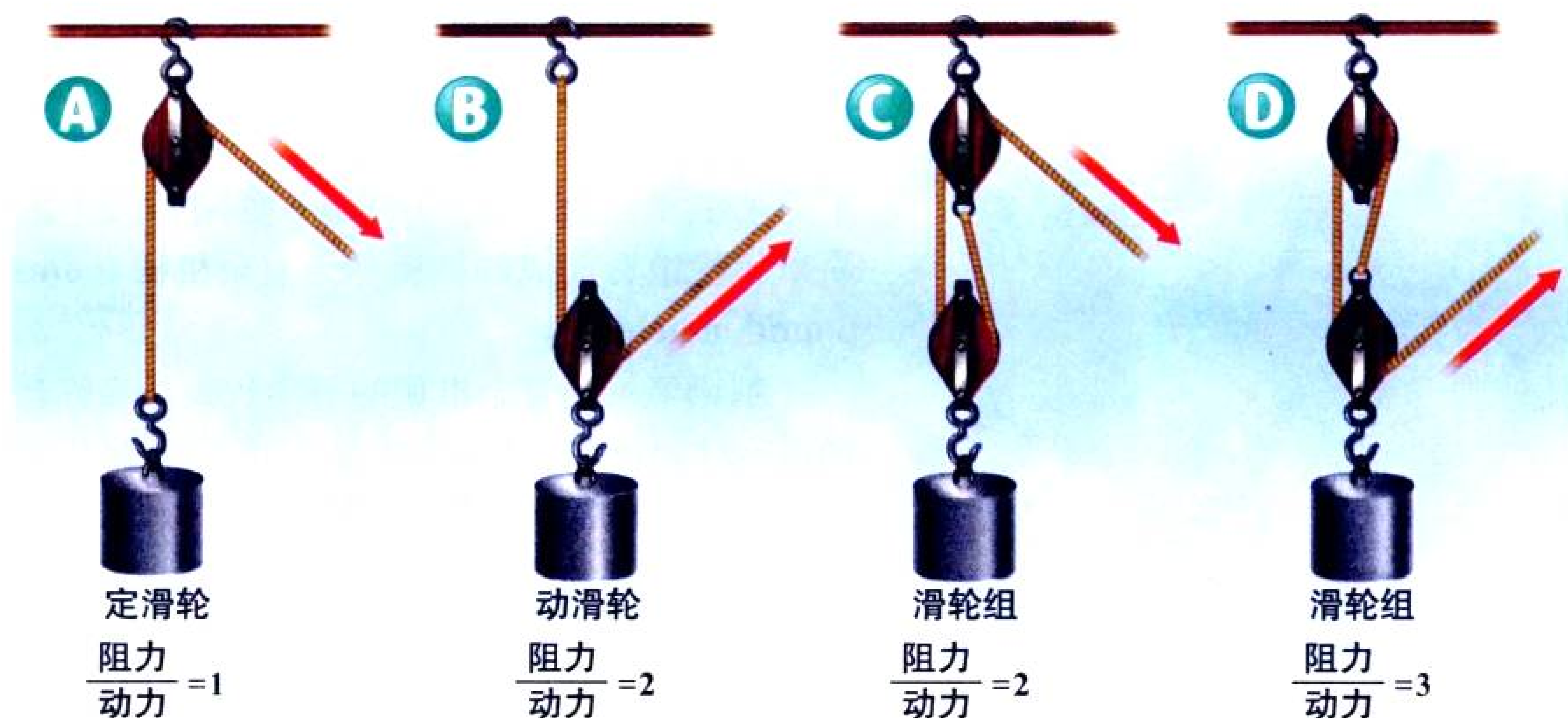


图 4-18 **A.** 定滑轮改变了作用力的方向．**B.** 动滑轮省一半力．**C** 和 **D.** 你可以把定滑轮和动滑轮组合起来使用，既省力，又能改变力的方向。

定滑轮 固定在某一结构上的滑轮称为定滑轮。如图4-18A所示的定滑轮，不改变作用力的大小，只改变作用力的方向。就像你在前一节中学到的那样，定滑轮不能省力，它可以用来升起船帆。

动滑轮 如果你把一个滑轮连在你想移动的物体上，那么你就是在使用动滑轮。就像你在图4-18B中看到的那样，那个将要移动的物体现在由绕在滑轮上的左右两段绳子牵拉着，因此动滑轮省一半力。当然，动力的作用距离也变长了。要想用动滑轮把这个物体抬高1米，你就得拉绳子2米。

注意，使用动滑轮时，作用力的方向不变。动滑轮特别适合从高处吊装东西，大型建筑起重机上总有一个动滑轮，并在滑轮上系一个钩子，用来吊装建筑材料。

滑轮组 如果你把定滑轮和动滑轮连在一起，可以组成滑轮系统，也叫做滑轮组。图4-18C所示的滑轮组能省一半力，图4-18D所示的滑轮组动力是阻力的$\frac{1}{3}$。**重物由几段绳子支撑，动力就是阻力的几分之一。**

增进技能

分类



尽管杠杆和滑轮看起来很不一样，但事实上滑轮也是杠杆的一种。

当你往下拉定滑轮时，物体就往上升。换句话说，滑轮改变了力的方向。这也正是第一类杠杆的特征，只是你施加的力的对象不再是硬棒而是一条绳子罢了。滑轮的中心就相当于杠杆的支点。

画一张图，比较一下定滑轮与第一类杠杆的相似之处？为什么使用定滑轮不省力？

图 4-19 削铅笔机和闹钟都是使用齿轮的复杂机械。

应用概念 *什么是复杂机械?*



复杂机械

还有许多机械不属于你刚刚学过的那六种简单机械，这些机械称复杂机械，它们是由若干简单机械组合而成的。两个或两个以上的简单机械组合而成的机械称为**复杂机械(compound machine)**。

削铅笔机是复杂机械的一个代表。当你转动摇柄时，你使用的是轮轴装置。削铅笔机里面的切割轮不停地削，直到把铅笔削尖为止。

在削铅笔机的里面，轴先带动**齿轮(gear)**，然后由齿轮转动两个切割轮。齿轮系统是指由带齿的轮子相互啮合在一起而形成的一种装置。只要其中的一个齿轮动了起来，其他的齿轮也会跟着转起来。齿轮把轮轴装置连接起来就成了一个复杂机械。有时，连接是直接的，就像图 4-19 所示。但在有些装置，如自行车中，它们之间是通过链条连接起来的。



第三节复习

1. 列出六种简单机械，并分别举一个例子。
2. 如何计算四种简单机械的阻力与动力比。
3. 汽水罐上的拉盖属于哪一类杠杆？画图说明。
4. **理性思维** **归纳** 有些机械是费力的，为什么还要使用这样的机械？

课题 4

检查进度

想一想，你设计的各种简单机械是否放大了力或力的作用距离。要是把杠杆做得再长些，或者增加几个滑轮，或改变斜面的倾角，省力情况会发生什么变化？要算出你的起重机的省力情况，你得做哪些测量？把你的设计确定下来，然后开始制造。想一想，如何通过使用润滑油或打蜡的方式来提高机械效率。

工业自动化——给人们带来的是失业还是更多的就业机会

在150年前，由于手工缝制效率低，制衣厂里的工人每天都要工作很长的时间。到了现代，在美国的制衣厂里，工人们用上了缝纫机，工作就轻松了许多。自古以来，人们就不断地发明各种机械来帮助自己完成工作。今天，许多工厂已经让自动化的机器来完成那些危险、单调以及难度高的工作，就像科幻小说里描述的那样，这些机器能够完成各种不同的工作。



但是，如果机器取代了人，那么就会有一些人失去工作。工厂如何才能在减轻工作强度、提高生产效率的同时，又不让有些人失去工作呢？

社会问题

工业自动化带来什么影响

尽管新发明的机器取代了一部分人的工作，但它们同时也在创造新的工作岗位。假设一家汽车生产企业开始用机器取代部分工人给汽车喷漆，一开始，会有一部分工人因此而失去工作。然而紧接着，随着企业生产效率的提高，企业的生产规模扩大了，于是就需要招收新的员工来完成增加的工作量。企业也为那些受过良好教育、能熟练操作和维护新机器的人提供了新的就业机会。

当然，有些工人因没有技术而面临失业，有些则被迫从事报酬较少的工作，有些则再也找不到工作了。社会需要解决的问题是向那些失去工作的人提供再就业培训，帮他们找到新的工作。

人们自己能做点什么呢

年纪较大的工人可通过各种再就业培训教育项目，来获得新的技能。如学会使用计算机，操作新机器，学习一些营销和产品设计方面的知识等，从而为寻找新的岗位做好准备。失业者也可以接受那些机器不能完成的工作的培训，例如日常护理和医疗服务等。

谁来支付培训费用

给年轻人提供职业教育需要很多经费，给那些成年失业者提供培训也一样。谁来支付这些费用才算是最公平的呢？企业应该承担一部分，许多企业给失业者支付了培训费用，直到他们培训结束或被重新录用。政府也应该考虑设立失业救济金，或向失业者提供再就业培训，也就是让所有的纳税人共同承担这些费用。

你的观点

1. 发现问题
用你自己的话来描述一下工业自动化的利弊。

2. 分析原因
列出面对自动化带来的问题，社会能够提供的解决方案。说明每种方案的优缺点以及经费来源。

3. 解决办法
你家附近的比萨饼店新进了一条比萨饼生产线。给这家店设计一个方案，使店家既能使用新的生产线，又不会解雇原有的员工。

生活实验室

实 践 活 动

选一个合适的斜面坡度

你和朋友主动提出为当地图书馆建造一条供残疾人使用的轮椅斜面通道。斜面的设计方案还没有最后确定，所以你得先做出一个斜面模型，找到最合适斜面的坡度。



问题

斜面的倾角对其使用性能有何影响？

技能

制作模型、计算

材料

50 厘米长木板一块

宽至少 10 厘米带挂钩的木块

最大刻度为 5 牛的弹簧秤　米尺

4 本厚约 2 厘米的书　记号笔

步骤

1. 开始制作之前，先把所有的实验步骤都浏览一遍，然后在笔记本上按照课本中的格式画一张数据表。
2. 斜面的阻力等于物体的重力，用弹簧秤测出木块的重力，记录在数据表中。
3. 在距一端 3 厘米的木板边缘做一个记号，然后量出记号到木板另一端的长度，记下数据。
4. 把木板的一端搁在一本书上，书的边缘与木板上的记号齐平。
5. 测出桌面到斜面与书本接触点之间的垂直距离，此为斜面高度，以厘

数 据 表

书的数目	阻力／牛	斜面长度厘米	斜面高度厘米	动力／牛	理想机械效益	实际机械效益
1						
2						
3						
4						

米为单位，记下数据。

6. 把木块最大表面朝下放在木板上，然后用弹簧秤沿着斜面匀速笔直往上拉，拉的速度不要太大。

   注意：弹簧秤与斜面要保持平行，测出所用力的大小并记录在表格中。

7. 预测一下，如果你把书一本一本地往上加，实验结果会有什么变化？

8. 计算出每次实验的理想机械效益的值，并把结果记录下来。

分析与结论

1. **分析数据** 每次实验时，斜面的理想机械效益的值都有什么变化？为什么？

2. **建立模型** 这个模型是如何帮助你判断斜面的性能的？它存在哪些缺陷？

3. **建立模型** 随着坡度的增大，斜面的机械效益的值有什么变化？如果只考虑这一事实的省力情况，四种坡度中哪种坡度最适合于轮椅使用？

4. **得出结论** 你在决定坡度的时候，还得考虑其他哪些因素？

5. **计算** 假设当地图书馆的大门高出地面2米，离停车场15米。这些数据对你决定斜面的坡度有什么影响？

6. **交流** 写一封信给当地的商业部门，解释一下斜面是如何给雇员和顾客提供帮助的。给出一些简单的利用斜面的例子，并说明斜面的倾角对其机械效益的影响。

实践活动

找一处为残疾人提供方便的斜面通道，测量一下它的高度和长度，计算出它的理论上省力情况。弄清楚在你所在社区对斜面通道有什么特别的要求，比如说，对使用的材料有什么规定，快到门口的那一段是否要求必须平坦些，对斜面的宽度有什么规定，以及如何排水等。



SECTION 4 人体内的机械

探索 活动

你是一台会吃东西的机器吗



1. 用门牙咬一口饼干，在咬下去的时候，体会一下牙齿是怎样咬断饼干的，再想一想门牙的形状。
2. 接着咀嚼一下口中的饼干，注意你下颚的运动方式。如图所示，用一只手轻轻地抵住耳朵下面部分的下颚，感受一下你的下颚是如何运动的。如果你对相关的构造还是弄不清楚，那就一边用手抵住颚的后部，然后再张大嘴巴。

思考

观察 在咬饼干和咀嚼饼干时，牙齿和下颚就相当于哪两种简单机械？

阅读指南

- 身体是如何利用杠杆和楔的？

阅读提示 在开始学习本节之前，先浏览一下所有的插图，预测一下简单机械与身体的关系。

星期六的晚上，你和朋友们刚做完家庭作业，终于可以休息一会了。你们一边看电视中精彩的电影，一边吃着放在面前的一大盘爆米花。此时，你在做功吗？答案是肯定的。你感到惊奇吗？

每次你伸手去拿爆米花的时候，你的肌肉就会施加一个力，于是你的手臂就动起来了。当你在嘴里把爆米花嚼烂而轻松往下咽的时候，你又做功了。

为什么你能在不知不觉中做功呢？这一切都是因为机械的缘故！你或许从不认为人体是由机械组成的，但不管你相信与否，你的身体所做的功大部分都与机械有关。



人体内的杠杆

你身体中的大多数机械都是由肌肉和骨骼组成的。你每做一个动作，都要用到肌肉。你的骨骼和肌肉是由人体内强劲的连接组织——**韧带（tendon）**连接在一起的。韧带和肌肉牵动骨骼，使它像杠杆一样工作。韧带与骨骼相连的地方——关节就相当于杠杆的支点，肌肉则产生动力，输出的力可以使你抬起手来或挥动铁锤。

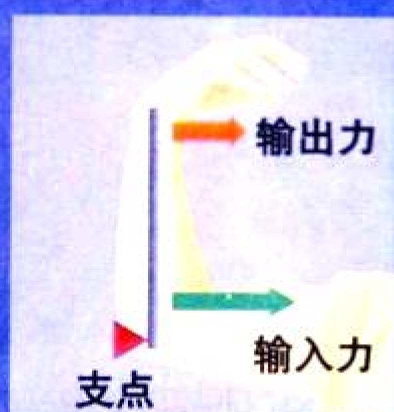
肌肉本身不能推动什么东西，它只能拉。当肌肉收缩变短的时候，就会拉动和它连在一起的骨骼。那么，你的手为什么能够像下图中的男孩那样弯起来呢？答案是，大多数的肌肉都成对运动。例如，当你的肱二头肌（位于后臂的正面）收缩时，它就给前臂骨施加了一个力，于是前臂就以肘关节为支点向上弯曲。当肱三头肌（位于后臂的背面）收缩，前臂就伸展开了。

探索 人体内的杠杆

你只要看看自己的身体就可以找到人体内的简单机械了。你的许多活动基本上是由三种类型的杠杆控制的。



颈关节是第一类杠杆的支点。你脖子后面的肌肉提供输入力，输出力则帮助你把脑袋往后仰。



你的手臂属于第三类杠杆，你手上的肱二头肌提供输入力，而输出力则帮你抬起手臂。



你的大脚趾关节是第二类杠杆的支点。小腿后大肌提供输入力，输出力则帮你抬起身体。





图 4-20 楔形的门牙让你能轻松咬开苹果。

再看一次“探索人体内的杠杆”，你会发现在你的脖子里有一根杠杆，而腿脚之间则有另一根杠杆。就像铁锹、手推车和钓鱼杆一样，人体内的杠杆类型也取决于支点、输出力和输入力之间的位置关系。

工作中的楔子

你是否曾仔细观察过自己牙齿的形状？你的有些牙齿形状像楔子，有些是尖的，其余的则相对平一些，这是因为它们的作用各不相同。

在咬苹果时，你用前面的门牙。这些牙齿比较尖，便于你咬断食物。那么，这些牙齿像哪类简单机械呢？**你的门牙成楔形，**咬食物时，楔状的门牙很容易切入食物，就像是一把劈柴的斧头。后面的牙齿，也叫做臼齿，相对平坦些。这些牙齿主要把你吃进的食物研磨得更小一些，以便于吞咽和消化。

咀嚼这一简单动作比你想像的要复杂得多。下次咬甘脆的苹果时，请想一想你嘴中的机械！



第四节复习

1. 你的骨骼和肌肉是如何像杠杆一样工作的？
2. 你在人体的哪些部位可以找到楔形的器官？它们在日常生活中起什么作用？
3. 伸出你左手的食指，指向前方，然后往你的右边移动。请问支点在哪儿？输入力来自哪里？你的手指属于哪类杠杆？
4. **理性思维　推论**　做一个抛球动作，想一想当你伸直手臂往外抛球的时候，你用的是什么肌肉，你使用的是哪类杠杆。

身边的科学



请一位家人，叫他在手指之间夹一根牙签，如右上图所示。然后，让他用两只指头用力往下压，尽可能把牙签压断。接着再重复刚才的步骤，只是这次得把牙签往手指的根部移一点，如右下图所示。给你的家人解释一下，为什么第二次实验中的牙签更容易被压断。两次试验，支点与力的位置有什么不同？

SECTION 1 什么是功

知识要点

- 当一个力作用在一个物体上，并且使这个物体在力的方向上移动了一段位移，就说这个力对物体做了功。
- 功等于力与物体在力的方向上发生的位移的乘积，即:

$$功 = 力 \times 位移$$

关键术语

功
焦耳

SECTION 2 机械效益与效率

知识要点

- 机械通过改变完成一项任务所需的力的大小和方向使得工作更轻松。
- 机械效率等于输入功转化为输出功的百分率，即:

$$机械效率 = \frac{输出功}{输入功} \times 100\%$$

- 机械效益等于输出力除以输入力，即:

$$机械效益 = \frac{输出力}{输入力}$$

- 理想机械是指假设不存在摩擦力的情况。

关键术语

机械
输入力
输出力
机械效益
机械效率

SECTION 3 简单机械

知识要点

- 有六种基本的简单机械，即：斜面、楔、螺丝、杠杆、轮轴和滑轮。
- 复杂机械是指由两种或两种以上简单机械组合而成的。

关键术语

斜面	轮轴
楔	滑轮
螺丝	复杂机械
杠杆	齿轮
支点	



SECTION 4 人体内的机械

与生命科学的综合

知识要点

- 你身体内的大部分机械都是由肌肉和骨骼组成的杠杆。
- 当你咬东西的时候，你的门牙使用的是楔原理。

关键术语

韧带



活动

相关网站

www.science-explorer.phschool.com

复习题

选择题

选择最佳答案。

1. 功等于______。
- **a.** 输入力乘以输出力
- **b.** 力乘以物体在力的方向上的位移
- **c.** 时间乘以力
- **d.** 机械效率乘以功

2. 机械使工作变轻松的途径之一是______。
- **a.** 减小做功
- **b.** 改变力的方向
- **c.** 增加做功
- **d.** 减小摩擦力

3. ______的输出力大于输入力。
- **a.** 核桃夹　　**b.** 钓鱼杆
- **c.** 定滑轮　　**d.** 耙子

4. ______属于第二类杠杆。
- **a.** 跷跷板　　**b.** 铁锹
- **c.** 脚蹬　　**d.** 手推车

5. 下列装置中，______是复杂机械。
- **a.** 螺丝刀　　**b.** 撬棍
- **c.** 自行车　　**d.** 斜面

判断题

如果叙述正确，就写“T”；如果错误，写“F”，并修改划线部分。

6. 如果物体所受的力与物体的运动方向不一致，就没做功。

7. 摩擦力减小了机械效率。

8. 输出功除以输入功就等于理想机械效益。

9. 滑轮可以看成是包在一圆柱体上的斜面。

10. 你咬东西的时候，门牙相当于杠杆中的支点。

简述题

11. 神话故事中说，阿特拉斯把静止的地球放在了他的肩膀上。阿特拉斯做功了吗？为什么？

12. 一个斜坡长12米，高2米；另一斜坡长6米，高2米。哪个斜坡更省力？

13. 在你把水放进浴缸的时候，帮你打开水龙头的是哪种机械？

14. 一个机械的实际效率是$\frac{1}{3}$，如果你的输入力是5牛，请问机械产生的输出力为多大？

15. 假设你在使用一只旧开罐器时做了1 000焦的功，但事实上打开罐子只需500焦的功，请问此开罐器的机械效率是多大？

16. 描述一下你体内的一根杠杆，指出它的输入力、输出力和支点。

17. **科技写作**　你就当自己是一位才华横溢的发明家，最近你刚完成了一件杰作——一台外形看上去很怪，但却非常重要的机械。描述一下你的机器，介绍一下你是怎么制造出来的，用的是什么材料，它能做什么。或许你得画张图以便于解释。

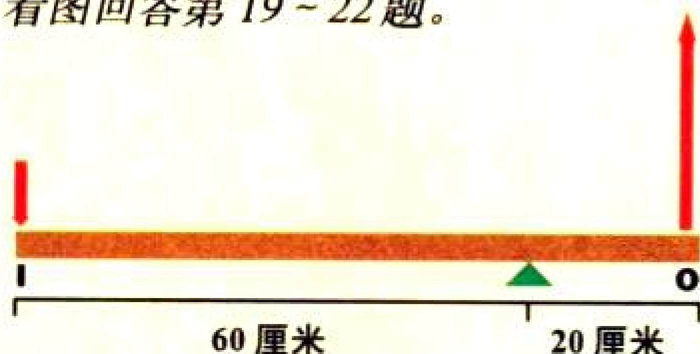
形象思维

画一张与下面的表格相似的对照表，列出三种类型的简单机械，说明如何计算它们各自的理论省力情况，并各举一个例子。（要获得更多有关对照表的知识，请参阅技能手册。）

简单机械	省力情况	实例
斜面	$\frac{\text{斜面长}}{\text{斜面高}}$	斜坡

应用技能

看图回答第19~22题。



19. **计算** 图中标明了杠杆的支点到动力作用线(I)以及支点到阻力作用线(O)之间的距离。计算这一杠杆的省力情况。
20. **预测** 如果支点到动力作用线之间的距离是20厘米、40厘米或80厘米，那么杠杆的机械效益的值各为多少？
21. **作图** 根据第19、20题的答案，在x轴上标出支点到动力作用线的距离，在y轴上标出杠杆的机械效益值。
22. **分析数据** 你的图表明在第一类杠杆中机械效益的值与支点到动力之间的距离有什么关系？

理性思维

23. **应用概念** 开门的时候，你一般都推在距门的铰链最远的门边缘上。为什么你推门的中央时会费力些？
24. **分类** 从井里打水用的是哪一类简单机械？
25. **因果推断** 描述摩擦力与机械效率之间的关系。
26. **推论** 为什么磨过的刀或斧头会更省力？

学习评估

课题4 总结

成果展示 叫一位同学与你一起检查你的起重机模型，看看它能否把那个装满东西的罐子举高5厘米？检查一下，你的测量数据和计算是否正确。当你把自己的起重机模型展示给全班同学的时候，向他们解释一下你最终选择这一款式的原因，并把你曾经考虑过的其他设计方案向同学们描述一下。

思考与记录 如果你还刚刚开始制作起重机模型，那么就把你已经学到的知识应用到制作过程中去，争取造出一台更好的。在笔记本中画张图，并用一小段文字解释你将怎样改进你的起重机模型。

实践活动

在学校 准备为六种不同的简单机械做一次现场演示。每种机械举一例，实例或自己制作的模型都可以。描述一下每种机械，并介绍它们是如何工作的。告诉大家它们的用途。把你的演示内容放在学校里展示。

第五章 能与功率

主要内容

SECTION 1 能的性质

探索　球能弹多高

技能实验室　自制火箭

SECTION 2 能量转化与守恒

探索　是什么力使得卡片跳起来

试一试　摆锤

SECTION 3 与地球科学的综合 能量转化与化石燃料

发现　燃料是什么

增进技能　作图

课题 5

自制过山车

过山车平稳而缓慢地往上爬，爬呀爬，终于爬到了最高点，突然“呼”的一下猛地往下扎，接着是一阵子左转右转，然后又再次往上爬升。

惊险刺激的过山车应用的正是动能与势能相互转化的原理。在这一章中，你将学习有关能的知识，包括能的表现形式以及能的转化与守恒。同时你得运用所学的知识自己动手制作一辆过山车。

课题目标 设计并制作一辆利用动能和势能相互转化来驱动的过山车。你制作的过山车必须：

- 宽度不超过 2 米，拆卸与组装方便；
- 车道上的第一座山的高度为 1 米左右，此外车道上至少还要有另外两座山；
- 车道上有一辆不停运动的车；
- 制作过程中必须遵循附录中的安全守则。

课题准备 如果你或者你的同学中有人已经乘过过山车，就把乘车的经历说出来与大家分享。集体讨论一下，一辆好的过山车所必须具备的特点。建议把车子运行的速度以及速度变化方面的情况考虑进去。

检查进度 在学习这一章内容时，同时进行这一课题的研究。为保证课题按时完成，请在以下各阶段检查你的进度。

第一节复习，第 145 页：试验一下采用不同高度和坡度的效果。

第三节复习，第 157 页：用动能与势能方面的知识解释车子在车道上的运动情况。

第四节复习，第 162 页：在车道上增加几个弯道和环形道，看看它们会对车子产生什么影响。

总结 在本章的结束（第 165 页），展示你制作的过山车。放手之后，你的车至少得爬过三座山。

山车的运行
度可以达到
0 千米/时。

SECTION 4 功率

探索 功总保持不变吗

生活实验室 你能感受到功率吗

SECTION 1 能的性质

探索 活动

球能弹多高

1. 将一把米尺按如图所示竖直放置，零刻度朝下。
2. 让一个网球从 50 厘米处落下，记下球的反弹高度。
3. 然后让球再次从 100 厘米高度落下，记下反弹高度。
4. 猜一猜，要是你让球从 75 厘米高处落下，反弹高度将是多少？用实验验证你的预测。



思考

观察 球落下时的高度与反弹高度之间有什么关系？

阅读指南

- 功和能有什么关系？
- 机械能有哪两种？
- 能有哪些不同的表现形式？

阅读提示 在你学习本节之前，列举几个你熟悉的能的例子，并随着学习的深入不断地增加例子。

一道炫目的闪电划过漆黑的夜空，伴着呼啸的狂风和震耳欲聋的雷声，大雨倾盆而下。随后传来了一个像火车驶近时的声音，随着声音的不断增大，小镇面临的是一场破坏力巨大的龙卷风。风速高达 250 千米/时的龙卷风吹过小镇，镇上房子的屋顶被掀掉，汽车就像玩具一样被到处乱抛。几分钟后，龙卷风远去了。

第二天早上，营救人员开始评估龙卷风造成的损失。此时，一阵微风拂过，带起废墟上的几片落叶。奇怪的是，同样是风，在前一天的晚上以雷霆万钧之势摧毁所有的房屋，第二天早上却温柔得只能带起几张落叶。风其实就是流动的空气，但是它具有能。继续往下学，你将了解什么是能。



什么是能

当风吹动落叶乃至刮倒一座房子时，变化就发生了。这里的变化指的是物体位置的改变。回想一下以前学过的内容，当物体在一个力的作用下发生了一段位移，就说做功了。对物体做功或使物体位置发生变化的本领就叫做**能**（**energy**）。因此，我们说风具有能。

图 5-1 龙卷风所具有的能能够在数分钟内摧毁一个镇子。



图 5-2 保龄球能够做功，因为它在运动。**应用概念** *做功的本能叫做什么？*

一个物体(或生物)对另一物体做功后，前者的一部分能就转移到了后者上。因此，**你可以把功看做是能的转递**。当能发生传递后，做功的对象就获得了能。能的单位是焦，与功的单位相同。

动 能

机械能有两种基本形式：动能和势能。判断某种机械能到底是动能还是势能，要看它是否是在运动中。

到目前为止你看到的几个例子中的物体都是处于运动状态的。当运动的物体与另一物体相撞并把它撞出一段距离，运动物体就做了功。例如，保龄球顺着球道往前滚，最后把瓶子给撞倒了，于是我们说保龄球做了功。

由于运动物体能做功，所以它一定具有能，这种能叫做**动能(kinetic energy)**。“kinetic”一词来自希腊语中的“kinetos”，意思是“运动”。

质量与速度 物体所具有的动能取决于物体的质量和它的运动速度。想一想，要使一个高尔夫球与一个保龄球滚动的速度相同，哪个更费力？显然，在保龄球上所用的力大，因为它的质量比高尔夫球大。

由于在做功过程中同时发生能的转移，所以你做的功越多，球获得的能就越多。因此，以相同速度运动的保龄球具有的能比高尔夫球要大，动能随着物体质量的增大而增大。

要想保龄球运动得更快，你得怎么做？你在扔球时应该再加把劲，也就是说，你得用更大的力。换句话说，你若想让保龄球获得更大的速度，你就得对它做更多的功，动能随着速度的增大而增大。

图 5-3 动能随着物体质量和运动速度的增大而增大。
图解 *比较三辆车的动能大小。*



动能的计算 动能的大小取决于物体的质量与运动速度，动能与质量、速度之间的关系如下：

$$\text{动能} = \frac{\text{质量} \times \text{速度的平方}}{2}$$

速度与质量的变化对物体动能的影响是相同的吗？答案是否定的。在动能的计算公式中，速度是以两次方形式出现的，因此一个物体速度的变化对其动能的影响大于质量的变化。假如物体的质量加倍，它的动能也就随之加倍。但是，假如物体的速度加倍，它的动能将是原来的 4 倍。

☑ ***想一想*** ***什么叫动能？***

势 能

物体并不是仅靠运动才能获得能。一些物体因为它们的位置或形状而具有能。例如，你把地上的书拣起来放到桌子上或者给玩具上发条，你就向它们传递了能。这些能被存储了起来，若书掉到地上或者发条重新松开，它们又会被释放。物体由于其位置或形状而具有的能就叫做**势能** **(potential energy)**，这种能有做功的潜力。

数 学 工 具 箱

平方数

平方数是指此数的幂为 2。例如，2、3、4 的平方数分别为 2^2、3^2、4^2。平方数是一个数自乘一次的积数。

例：$2^2 = 2 \times 2 = 4$

$3^2 = 3 \times 3 = 9$

$4^2 = 4 \times 4 = 16$

你肯定注意到了，数的平方数增加很快。3 和 2 只差 1，但是 3 的平方比 2 的平方却要大 5。

弓箭手把弦往后拉的时候，弓就获得了势能，这些能储存起来，释放时则可以让箭射向目标。与物体的形变有关的势能叫做**弹性势能 (elastic potential energy)**。

弹性势能与你把一个物体举起来而给予它的势能是不同的，与物体所处位置的高度有关的势能叫做**重力势能 (gravitational potential energy)**。

一个物体的重力势能等于举起它所要做的功的大小。你肯定还记得功 = 力 × 位移，这里的力指的就是举起这个物体所需的力，其大小等于物体的重力；位移是物体移动的距离，也就是物体所在的高度。因此便可导出下面的公式：

重力势能 = 物体重力 × 高度

如果重力的单位是牛，高度的单位是米，那么势能的单位就是牛·米，即焦。回忆一下第四章学过的内容，1 焦就等于 1 牛的力作用于一物体，使物体在力的方向上移动 1 米的距离所做的功。功和能的单位相同是因为两者关系非常密切。

一旦你知道了物体的重力及所处的高度，你就可以计算出它的重力势能。如果一登山运动员爬 40 米高的山，而他的重力是 680 牛，那么这位登山运动员爬上山顶后具有的重力势能为 27 200 焦（即 680 牛 × 40 米）。

一个物体的重力越大或者它被举得越高，它具有的势能就越大。登山运动员爬得再高些或者增大重力，如背上一个背包，就可以获得更大的势能。

如果知道的是一个物体的质量，而不是重力，你怎么计算这个物体的势能呢？在这种情况下，可以把物体的质量乘以重力加速度（9.8 米/秒^2）得出它的重力，这样一来你也就推导出了计算重力势能的又一公式：

重力势能 = 物体质量 × 重力加速度 × 高度

单位还是焦。



图 5-4 一块即将坠落的岩石具有势能。

推论 *岩石是如何获得势能的？*

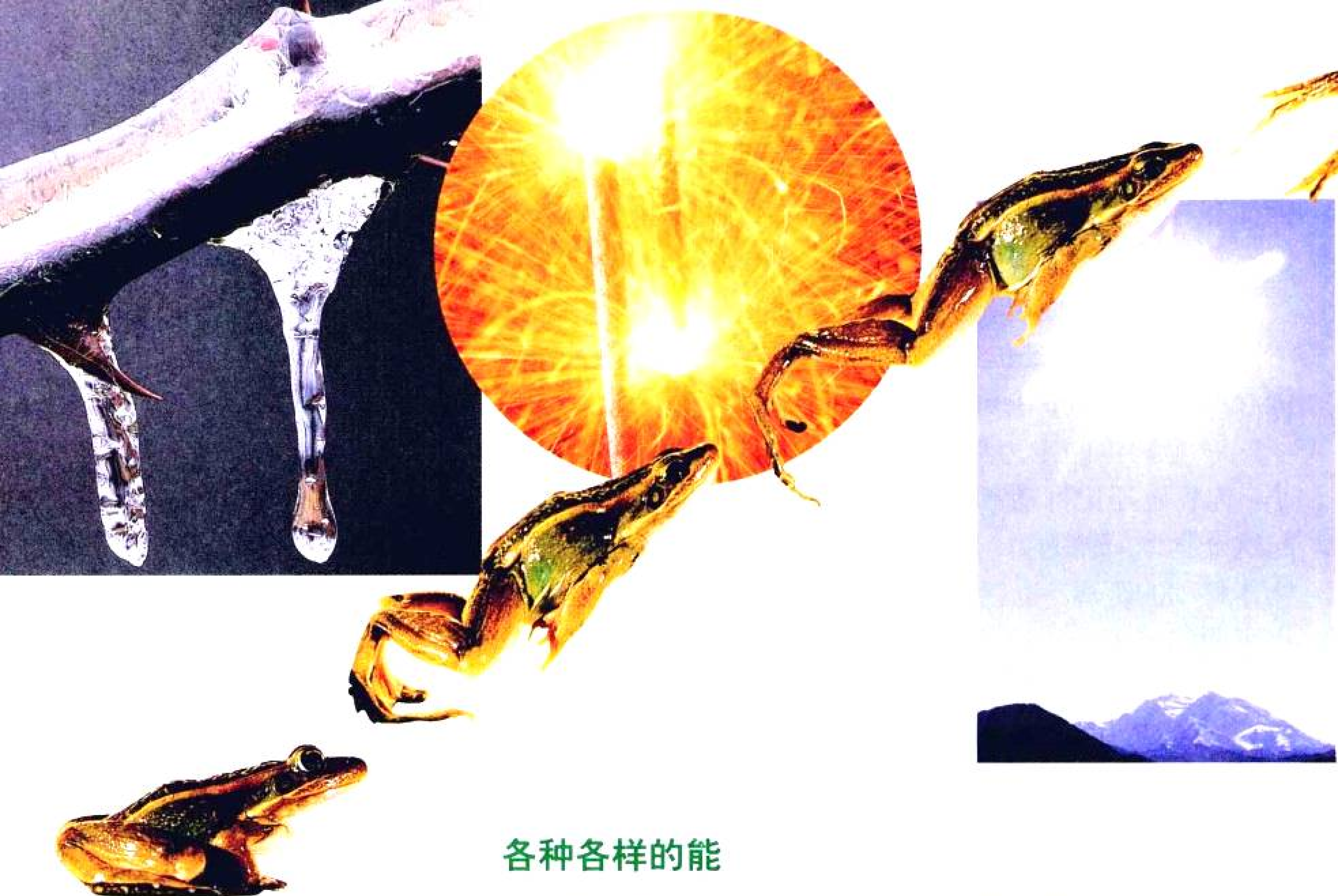


图 5-5 你的周围存在着不同形式的能。跳跃的青蛙向你展示的是机械能，融化的冰表明它存在着热能。

观察 *图片中的火花、太阳以及闪电分别是哪种形式的能？*

各种各样的能

到目前为止，你所学到的有关能的例子中，物体要么处于运动状态，要么发生了物理变化。但是，事实上，除了动能、势能以外，能还有许多不同的存在形式。**能的主要存在形式包括：机械能、热能、化学能、电能、电磁能和原子能**。

机械能 你乘坐的校车、往前跳跃的青蛙，甚至是你听到的声音都具有机械能。**机械能 (mechanical energy)** 是指与物体的运动或位置高度、形变相关的能。机械能可以表现为动能，也可以表现为势能。

热能 所有的物体都是由叫做原子和分子的微小粒子组成的。由于粒子的运动形式和排列结构方面的原因，所有这些粒子既有动能又有势能。**热能 (thermal energy)** 是指组成物体的粒子所具有的能的总和。当物体的热能增加时，它所含的粒子的运动速度就会增大，从而使得物体摸上去感觉是热的。随着热能的增加，冰淇淋开始融化。

化学能 化合物，如巧克力、木头和蜡，都储存有**化学能 (chemical energy)**。化学能是指储存在化合物化学键里的势能。你吃的食物，用来点蜡烛的火柴都储存有化学能，甚至你身体的细胞里都储存有化学能。



电能　当门的金属球形握把上的静电击中你的时候，你就能感受到电能。运动的电荷形成电流，或者说产生了**电能(electrical energy)**。电器设备，如收音机、电灯以及电脑等，用的都是来自电池或电厂的电能。

电磁能　你每天看到的光就是一种**电磁能(electromagnetic energy)**。电磁能以各种各样的波的形式传播，这些波同时具备某些电的属性和磁的属性。除了可见光外，紫外线、微波和红外线都是电磁能的表现形式。

原子能　还有一种能叫做**原子能(nuclear energy)**，属于一种势能，储存在原子核中。原子核发生核反应（裂变或聚变）时，就会释放出巨大的能量。目前，核电厂是利用核裂变来发电的，自然核聚变则发生在太阳和其他恒星上。

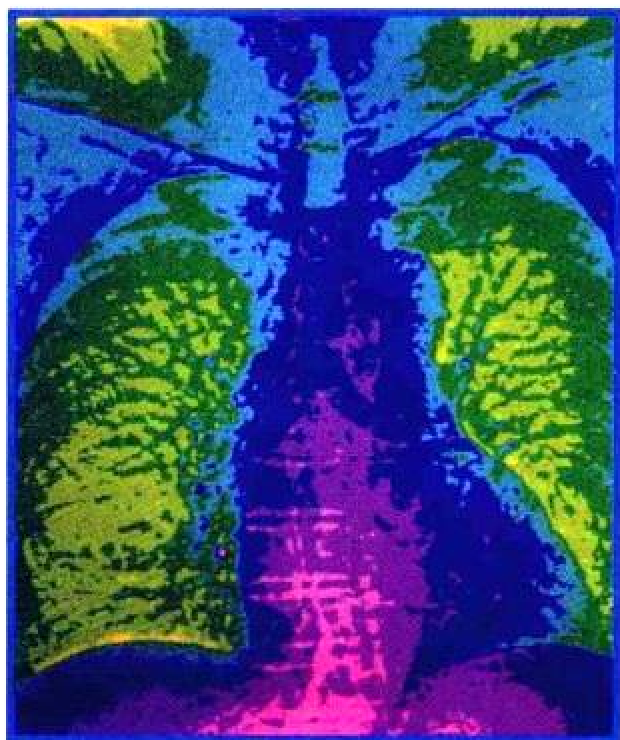


图5-6　CT机使用的正是电磁能。



第一节复习

1. 功和能是一回事吗？为什么？
2. 动能和势能有什么区别？
3. 列出能的表现形式，并分别举例。
4. **理性思维**　**解决问题**　一块200牛的大石头搁在100米高的悬崖上，请问它的重力势能是多少？画一张图，标明当石块掉到50米、20米和10米高度时所具有的势能。

课题 5

检查进度

你可以用来制造过山车的材料有：大理石、橡皮管、硬纸板以及绳子。试验一下不同高度和坡度。

提示：看看你的车子能够爬过的第二、第三座山的高度。解释过山车在轨道上运动时涉及的能的形式。

技能实验室

控制变量

自制火箭

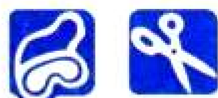
在这个实验中，你将通过实验探索火箭能够达到的高度与橡皮筋弹性之间的关系，同时训练变量控制方面的技能。

问题

火箭的重力势能与橡皮筋弹性之间有什么关系？

材料

剪刀　　橡皮筋
3根塑料吸管　　米尺
记号笔　　天平
胶带纸　　卫生纸的卷芯

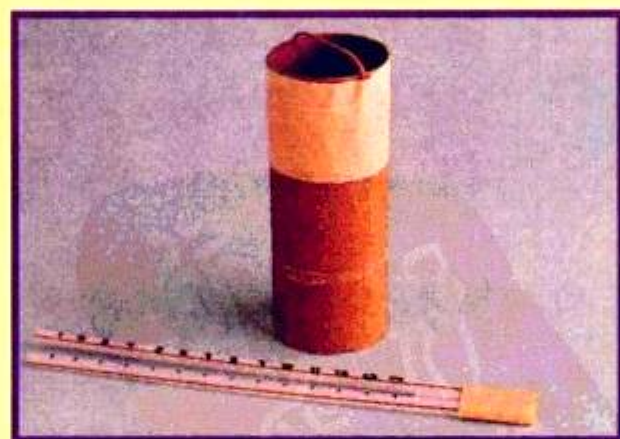
实验步骤 

1. 按照有关说明做好火箭及其发射器。用天平测出火箭的质量，以克为单位，并记下数据。
2. 一只手抓住发射器并用指头压住橡皮筋的两端。如图所示，把火箭放在发射器的橡皮筋上，然后从另一端往下拉。使火箭能笔直往空中射出去。

   注意：别把火箭对着你的同学发射。
3. 请你的伙伴握住米尺，或者把米尺粘在墙上，零刻度与火箭发射器的顶端齐平。测出火箭升空的高度。如果火箭弹得很高，一根米尺不够用，就再拿一把米尺接上。
4. 在笔记本上画一张与下页表格相同的数据表。
5. 发射器底部相对应的火箭上的读数就相当于橡皮筋的弹力。在三个不同的读数上把火箭给发射出去，并记下相应数据。
6. 在每一弹力刻度上实验三次，记下

火箭及其发射器的制作

A. 把一根橡皮筋割断，两端分别粘在卫生纸卷芯开口处两边，橡皮筋稍许绷紧，但不要太紧。这样发射器就做成了。
B. 从一根吸管上切下3厘米。
C. 与另外两根吸管扎在一起（如图所示），三根吸管不得重叠，一端要齐平，且短的一截放在中间。
D. 然后用胶带纸粘好。



E. 在其中的一根长吸管上，从没有粘过的一头开始每隔1厘米标上一记号。火箭制作完成了。

数据表

弹力刻度 厘米	高度1/米	高度2/米	高度3/米	平均高度/米	重力势能/毫焦

火箭升空的高度。

7. 计算出每一弹力刻度上重力势能的大小（重力势能 = 质量 × 重力加速度 × 高度）。因为你测出的质量单位用的是克，所以计算所得的能的单位是毫焦，即焦的千分之一。把数据记在你的数据表中。

分析与结论

1. **控制变量** 你的数据表中哪个变量是自变量？哪个又是因变量？你是怎么知道的？
2. **作图** 把实验结果用图表示出来。重力势能用x坐标表示，橡皮筋的弹力用y坐标表示。
3. **测量** 在这个实验中，哪些测量结果与弹力势能有关？
4. **得出结论** 看图分析火箭的重力势能与橡皮筋的弹力势能之间的关系。
5. **推论** 火箭在发射前与发射后具有的能有什么不同？解释一下造成部分能损失的原因。
6. **提出假设** 在你的数据表的右侧加一列，命名为“动能”。在每一行写出你所认为的火箭起飞后具有的动能。
7. **交流** 给你的火箭发射器写一则广告。要求用图表的形式来解释火箭获得势能、势能转化成动能、动能又转化回势能的整个过程。

进一步的探索

现在改垂直发射为倾斜发射，看看会发生什么情况。实验过程中，把橡皮筋的弹力作为恒量，同时不断改变火箭的发射角度，测出火箭上升的高度和飞行的距离。

注意： 在发射时，别把火箭对着你周围的同学。



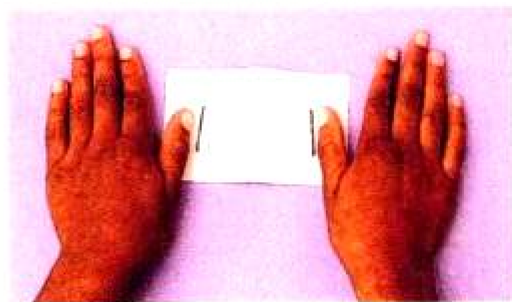
SECTION 2

能量转化与守恒

探 索 **活 动**

是什么力使得卡片跳起来

1. 将一卡片对折。
2. 在折缝两边开两条相距2厘米约2厘米宽的口子。
3. 把卡片稍许打开一点，拿一根橡皮筋扣在四道口子上。然后如图中所示，折褶向上把卡片摊平。
4. 预测一下，如果你把两手放开，卡片会怎么样？检验你的预测。



思考

归纳 描述所发生的现象。根据这些现象，说出动能和势能之间的关系。

阅读指南

- 不同形式的能之间有什么关系？
- 什么是能的转化与守恒定律？

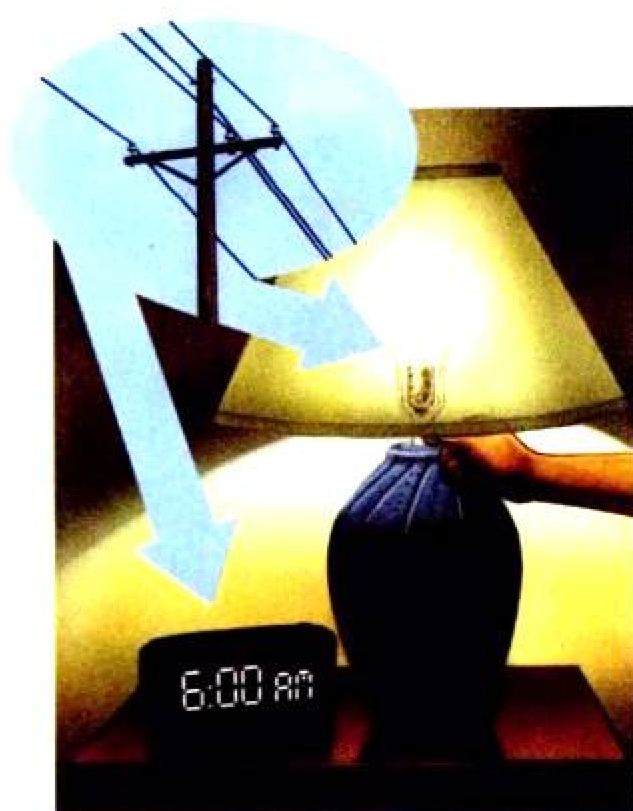
阅读提示 在学习本节内容时，画一张流程表，记下所有学到的有关能量守恒方面的例子。

巨大的水帘劈空而下，水花溅在你的雨衣上，除了水声你几乎听不见其他任何声音。你双手紧紧抓住栏杆，任凭汹涌的巨浪把你摇来晃去。你害怕了吗？不用担心，你正乘坐着观光船，行驶在位于美国和加拿大之间的尼亚加拉大瀑布下面呢。尼亚加拉大瀑布发源自雨水充足的大湖区，数百年来，其壮观的景象吸引了世界各地无数的游客。

然而，尼亚加拉大瀑布的功能决不只限于观光旅游，它还是一个电力网的中心。倾泻而下的瀑布被用来发电，给周围的大部分地区供应电力。



图 5-7 尼亚加拉大瀑布的落差高达 50 多米。



台灯和钟把电能转化成光能。


热水器把天然气中的化学能转化成热能。


学生把食物中的化学能转化成机械能。

图 5-8 早晨起来的短短几分钟内，这位同学就经历了许多能量转化方面的例子。想一想，一天当中还有哪些场合是与能量转化有关的。

不同形式的能之间的转化

水和电力之间有什么联系呢？你或许已经知道流动的水所具有的机械能可以转化成电能。能从一种形式转化成另一种形式叫做**能的转化 (energy conversion)** 或能的转变。**任何形式的能都可以从一种形式转变成另一种形式**。

你经常会碰到能量转化方面的例子。如烤箱能把电能转化成热能；电动机把电能转化成机械能，以驱动机器。

你体内的器官可以把你吃进去的食物中的化学能一部分转化成人体活动时肌肉所需的机械能，也有一部分被转变成热能以保持正常的体温，还有一部分甚至转变成电能以供你脑子思考所需。

通常要实现一系列的能量转化你需要做点工作。比如说，你得划一下火柴，先把机械能转换成热能，然后再由热能帮助火柴释放出储存其中的化学能，最后化学能又转变成热能和光能，这就是你看到的光。

汽车引擎中发生的则是另一种能量转化。先是电能产生火花，火花的热能使得燃油释放出储存的化学能，化学能又转化成热能，热能再转化成驱动汽车前进的机械能和电能，其中的电能可产生更多的火花。

☑ ***想一想*** ***举一个能量转化的实例。***



图5-9 正是能量的相互转化，才使得图中的撑杆跳高运动员越过6米多高的横杆。

动能和势能

最常见的一种能量转化是势能转化为动能。当你拉长橡皮筋的时候，你就给了橡皮筋弹性势能。如果你放开手，橡皮筋就会飞到房间的另一头去。橡皮筋动起来之后就具有了动能，也就是说，绷紧的橡皮筋的势能被转化成了运动着的橡皮筋的动能。



图5-10 当一个物体抛入空中时，能量转化也就发生了。

杂耍中的能量转化 任何物体的升降过程都涉及动能与势能的相互转化。请看图5-10中被抛入空中的橘子。橘子运动时，它就获得了动能；随着高度的增加，上升的速度也开始减小，橘子动能减少；但是由于高度增加了，它的势能也就增加了。橘子在达到最高点时速度为零，此时，橘子不再具有动能，但具有了势能。当橘子往下掉的时候，一个逆向的能量转化过程就开始了：橘子的动能不断地增加，而势能则不断减少。

瀑布的能量转化 前面提到的尼亚加拉大瀑布，动能与势能之间的转化规模则要大得多。由于瀑布存在一个落差，所以瀑布顶端的水具有重力势能。随着水往下落，其高度不断降

低，势能也随之减少；但是，与此同时，随着水下落速度的增大，它的动能也相应增加，势能逐渐转化成了动能。

撑杆跳高运动能量的转化 当运动员开始起跳前的助跑时，他就获得了动能。而当他把杆子拄在地上跳起时，撑杆变弯了，同时他的动能转化成了杆子的弹性势能。当杆子伸展开，并把运动员送入空中的时候，杆子的弹性势能又被转化成撑杆运动员的重力势能。当运动员越过横杆开始往地面上的垫子落下时，他的重力势能又被转化成动能。

摆锤中能量的转化 动能和势能之间的连续转化也发生在摆锤中。如图5-11所示，摆锤运动到最高点时，它只有重力势能。随着摆锤往下摆，运动的速度逐渐增大，它的重力势能转化成了动能。摆锤运动到了最低点时，它所具有的能都是动能。然后，摆锤开始向另一边上摆，速度渐渐地慢下来，于是它重新获得了重力势能，同时它也不断地失去动能。当摆锤到达最高点后，就只有重力势能了。接着又开始下一个能量转化循环。

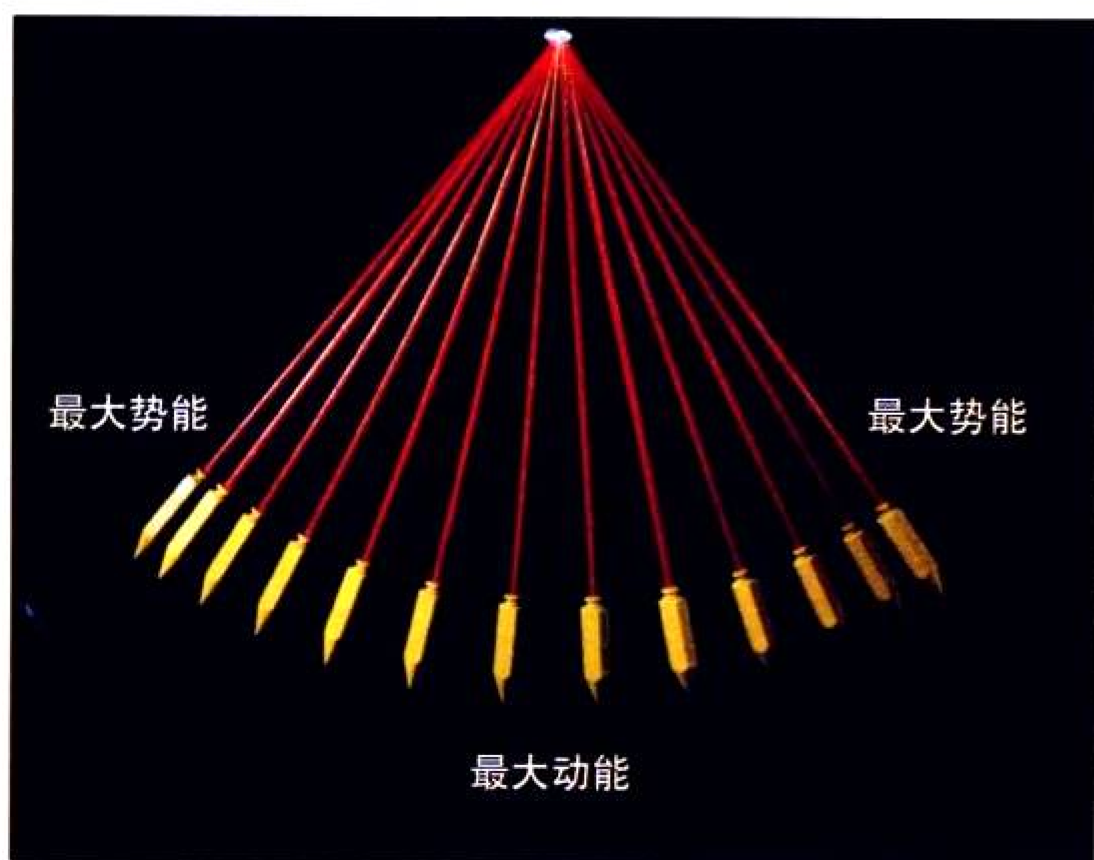


图5-11 发生在摆锤中的动能和势能的相互转化。
图解 *摆锤在哪两点时，重力势能最大？*

试一试

摆锤

活动

1. 用垫圈或橡皮塞、线、铁架和夹子做一个摆锤装置。
2. 把锤摆往后拉，使之与垂直方向成45°角，测量一下橡皮塞此时所处的高度，然后放开手，让它动起来，观察一下它能摆多高。
3. 然后，如图所示，在铁架上夹上第二个夹子，从而缩短锤线的长度。当锤摆运动到最低点时将会撞到第二个夹子上。



4. 把锤摆拉到与第一次相同的高度，预测一下，这次锤摆能摆多高。然后放开手并开始观察。

观察 摆锤在两次实验中摆动的高度分别是多少？解释其中的原因。

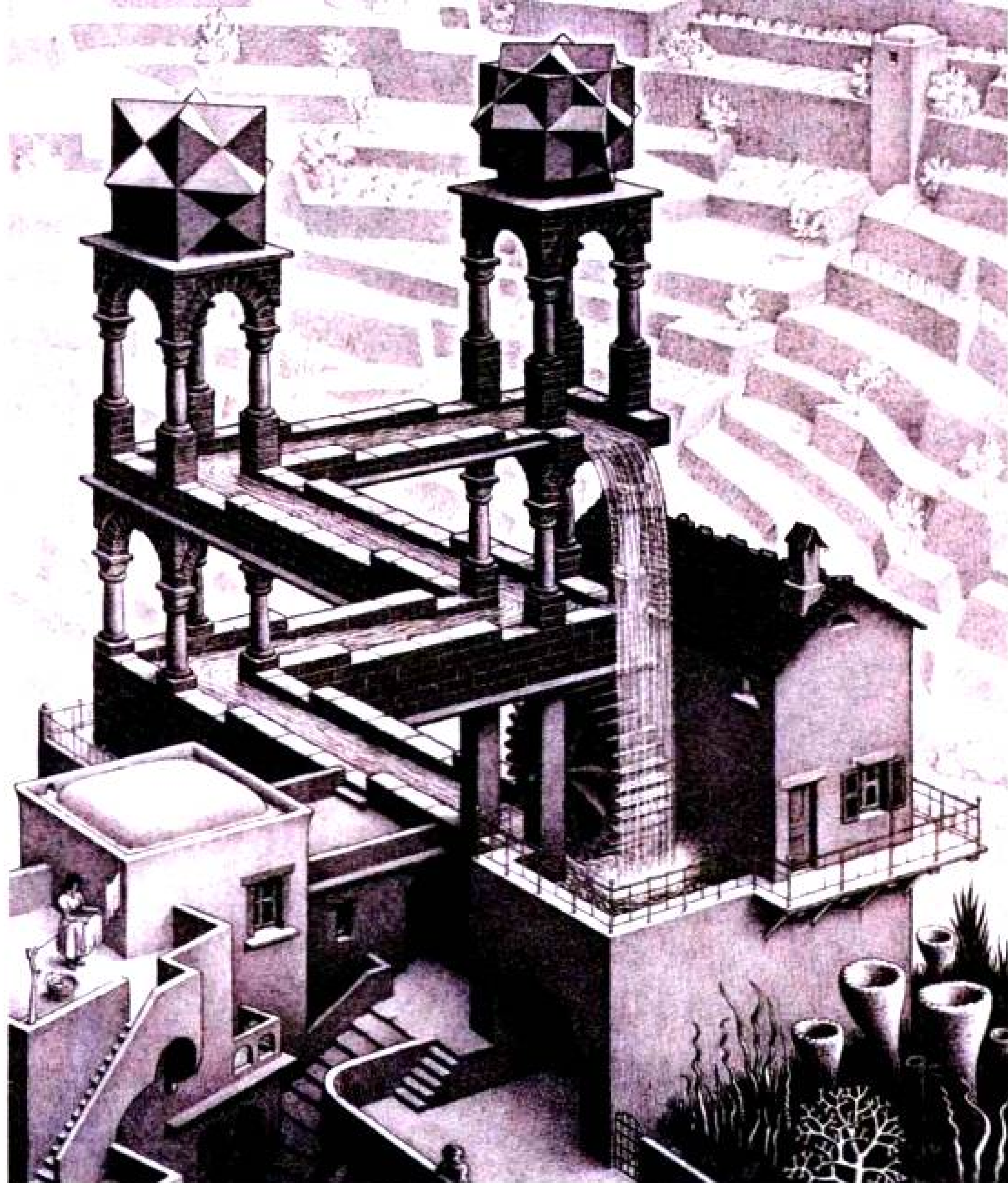


图5-12 毛里蒂斯·科内利乌斯·艾歇尔在1961年完成了他的杰作——《瀑布》。

能量守恒

摆锤开始摆动后会一直摆下去吗？不是的。那么，是不是随着时间的推移，能量就消失了呢？也不是的。根据**能量守恒定律(law of energy conservation)，当一种形式的能转化成另一种形式的能的过程中，能量既不会自动凭空消失，也不能凭空创造出来**。所以，不管经过什么过程，过程前后的总能量总保持不变，所有能量的来源与去处都可以解释清楚。

能量与摩擦力 既然如此，那么锤摆的动能跑到哪儿去了呢？事实上，摆锤摆动过程中受到两个摩擦力的作用。一个是空气摩擦力，另一个是线的悬挂处的摩擦力。一个物体遇到摩擦力时，它所含的分子和原子的运动速度（相应的动能）就会加快，这就意味着热能在增加。因此，摆锤的机械能被逐渐转化成热能，摆动速度就渐渐地慢下来，但是能量并没有消失。

摩擦力把机械能转变成了热能，我想对此你不会感到很奇怪。你肯定有搓手取暖的经验，摩擦力会把能量转化成热能，这也正是没有一台机器的效率能达到

形象艺术链接

荷兰艺术家毛里蒂斯·科内利乌斯·艾歇尔（1898～1972）一生中创作了许多杰作，他以擅长使用错觉和重复使用几何图案而闻名。

阅读DIY



看一看毛里蒂斯·科内利乌斯·艾歇尔的《瀑布》，合上书，片刻之后再看一遍。然后在日记里描述一下这幅插图。是否在看第二遍的时候发现了一些第一遍看时没有注意到的东西？插图是否符合能量守恒定律？为什么？

100% 的原因。

能量与物质 你或许已经听说过爱因斯坦的相对论，相对论对能量守恒定律作了一个小的修正。爱因斯坦认为能量有时可以通过减小物体质量的方式来创造！不过这种情况对本章中提及的大部分能量守恒现象并不重要。但是，它对核反应却意义重大，因为核反应正是通过减小物体质量来产生大量能量的。这一发现意味着，在某些情况下，能量并不总是守恒的。科学家说，质量和能量加在一块儿总是守恒的。就像能量的不同形式之间可以相互转化一样，质量和能量之间也可以相互转化。



图 5-13 阿尔伯特·爱因斯坦于 1905 年发表了狭义相对论。

节 能



与环境科学的综合 节能的意思是节约能源，与浪费能源相对。换句话说，节能是要我们不要浪费燃料，比如汽油等，否则我们的资源很快就会用完。这时你可能会感到疑惑：既然能量是守恒的，那么为什么还要节能呢？那是因为在能源的利用过程中，能量在数量上并未减少，但在可利用的品质上降低了，从便于利用的变成不便于利用的了。因此我们说，能源不是取之不尽，用之不竭的。

第二节复习

1. 什么是能的转化？
2. 用你自己的话描述能量守恒定律。
3. 描述一个球掉到地上后又弹起的过程中的能量转化情况。为什么球弹起来的高度一次比一次低？
4. **理性思维** **应用概念** 一辆500千克的过山车位于轨道顶30米处。假设不存在摩擦力，当车子到达轨道底时，它的动能是多少？

身边的科学

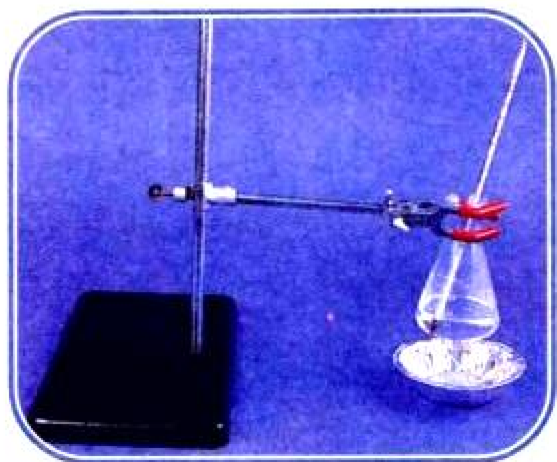
把一只铁丝衣架拉直，然后叫你的家人摸一下，看看它是冷的还是热的。然后握住铁丝的两端，来来回回地折几折。折的次数不要太多。折了几次之后，再让你的家人摸一下，并让他们解释一下能量转化是如何改变温度的。

注意：如果折断了，断点是很锋利的，要注意不要割伤手。

SECTION 3 能量转化与化石燃料

探索 活动

燃料是什么



1. 戴上护目镜，把锥形瓶放入铁架台上的环形夹内，瓶里放一支温度计。
2. 往锥形瓶里注入水，直到浸过温度计的玻璃泡为止。记下水的温度，然后取出温度计。
3. 把一木质咖啡搅拌棒折成W形。
4. 把折过的咖啡搅拌棒竖着放在锥形瓶正下方的铝盘中（如图所示）。
5. 从咖啡搅拌棒的中点去点燃它。

注意：使用火柴的时候一定要小心。

6. 当咖啡搅拌棒停止燃烧后，测出水的温度。

思考

下定义 汽车用的汽油、灯笼里的煤油和木柴都是燃料。根据你的观察，你认为燃料是什么？

阅读指南

- 储存在化石燃料里的能量是从哪里来的？
- 化石燃料燃烧时，能量是如何转化的？

阅读提示 在学习本节内容之前，先预习"探索能量转化"这部分内容。记下你心中的问题，在学习过程中找出答案。

想像有这么一片翠绿的森林，林中不仅生长着繁茂的树木，还有大片的沼泽地。遮天蔽日的蕨类植物也能长得高达30米，跟树没有什么两样。无数的蜻蜓穿梭在温暖潮湿的空气中。硕大的蟑螂，有的比你的手指还要大，在地上爬行。这是在哪里？事实上应该这样问：这是什么时候？这是4亿年前的情景。甚至比恐龙时代还要早！那么这些远古的森林与你有什么关系呢？再往下阅读时，你会吃惊地发现这片森林对你是何等的重要。



图5-14 画中远古森林中的动植物都已经变成了我们今天使用的化石燃料。
应用概念 什么是化石燃料？



图 5-15 化石燃料，如煤一样，储存了化学能。*预测* *想一想，这些化学能是如何被利用的？*

化石燃料的形成

曾一度覆盖整个地球表面的广袤森林中的植物变成了今天我们使用的能源，这些能源就是储存了能量的化石燃料。燃料是储存化学能的物质。各种车辆所用的汽油，野炊用的液化气和发射航天飞机用的液态氢都是燃料。今天我们使用的部分化石燃料是经过数亿年地质演变后形成的。这些燃料包括煤、石油和天然气，统称**化石燃料(fossil fuel)**。

在学习第156页的“探索能量转化”时，你会发现煤是由本节开头介绍的那些远古森林演化而来的。远古的动植物死亡之后，在沼泽和湿地中形成了厚厚的一层，泥土和沉积下来的沙石把这些植物和动物的残骸覆盖起来。随着时间的推移，更多的泥土、沙石堆积起来，由此产生的压力和高温共同作用，使动植物的残骸变成了煤。

能量因此被保存了下来，这也说明化石燃料并不创造能量。既然化石燃料只是储存了能量，那么它们的能量又是从哪里来的呢？化石燃料含有的能量来自于太阳。事实上，太阳是地球上所有演化过程能量的来源。在密度很大的太阳核心，氢原子的运动速度如此之快以至于它们彼此相撞时会结合并融合在一起，形成氦原子。在核聚变过程中，原子能转变成电磁能（光能），一部分光能到达地球。

当太阳的能量到达地球时，地球上的植物、藻类和一些细菌利用光能合成有机物，以化学能的形式储存起来。这一过程也叫做光合作用。这些化学能的一部分被植物日常的生命活动所消耗，剩余部分则被储藏了起来。食草动物又把植物储存的化学能转变成它们自己体内细胞中的化学

增进技能

作图 活动

下面列出的是美国近年来能源消耗的构成情况，即：煤23%、原子能8%、石油39%、天然气24%、水力3%、生物燃料3%。用这些数据制作一张饼图。（要想了解更多的关于饼图方面的知识，请参阅技能手册。）

美国最重要的燃料是什么？煤、石油和天然气加起来占美国整个能源消耗总量的百分之几？

探索 能量转化

你用来烤面包的能量也许形成于几亿年之前。

❶ 太阳把原子能转变成电磁能(光能)。



❷ 远古动植物把来自太阳的电磁能转变成储存在植物体内的化学能。



❸ 动植物的残骸经过上亿年的演化变成了煤。



❹ 当用煤烧蒸汽时，储存在煤中的化学能又转变成了热能。

❺ 当蒸汽驱动涡轮机时，热能转变成了机械能。

❻ 当涡轮机驱动发电机时，机械能又转变成了电能。



❼ 当你用电烤箱烤面包时，你又把电能转变成了热能。

能。其余部分则被转变成其他形式的能，如用作运动的机械能，保持体温的热能等。

古生物死亡后，它们储存的化学能就被保留下来，这也正是煤炭中的化学能的来源。

想一想 ***产生太阳能的过程叫什么？***

化石燃料的利用

通过燃烧化石燃料能够释放出上亿年前储存下来的化学能。化石燃料的焚烧过程称为燃烧。经过燃烧，燃料的化学能转变成了热能，这些热能可以用来烧水，把水烧开并产生了蒸汽。

在现代化的火力发电厂里，锅炉把蒸汽的温度加热得很高，这样的蒸汽就有了足够的压力让涡轮机转动起来。涡轮机就像是一台电扇，驱动轴上装有叶轮，作用于叶轮上的强大蒸汽压力使得涡轮机高速转动。在此过程中，蒸汽的热能转变成了驱动涡轮机的机械能。涡轮机与发电机相连，于是在涡轮机的驱动下，发电机开始发电。换句话说，在发电厂里机械能转变成了电能，电能又为家庭照明及电器(如烤箱)提供电力。



第三节复习

1. 化石燃料中的化学能与太阳能有什么关系？
2. 煤中的能量是如何释放出来的？
3. 描述煤形成过程中涉及的能量转化环节。
4. **理性思维** **做出判断** 根据你对化石燃料形成过程的理解，请对化石燃料的供给作一总结性阐述。

课题 5

检查进度

在制造过程中尝试一下不同的设计，看看哪些变量影响车子的运行速度。你对设计做了修改后，车子的动能和势能有什么变化？车子在哪一点上具有的动能最大？在哪一点上具有的势能最大？摩擦力对你车子的性能有什么影响？你设计的车子是否符合能量守恒定律？

功率

SECTION 4

探 索 **活 动**



功总保持不变吗

1. 准备一个风车和一只至少有两个挡位的吹风机。
2. 把吹风机打在低挡位上，然后去吹风车，观察风车的运动情况。
3. 再把吹风机打在高挡位上去吹风车，观察风车的运动情况。

思考

推论 为什么说在转动风车的时候吹风机做了功？这两种情况有什么不同之处？在哪个挡位时做的功多？

阅读指南

- 如何计算功率？
- 功率和能有什么不同？

阅读提示 用你自己的话，描述功、功率和能之间的关系？

在翻阅某本杂志时，你被一款流线型的跑车吸引住了。汽车制造商声称汽车从静止加速到100千米/时只需5秒，因为这辆车有一个320马力的引擎。那么汽车与马之间又有什么关系呢？要想知道更多，就往下学吧，不用凭空想像了。

什么是功率

一辆车子从静到动需要做功，有的车子做功很快，而有的车子却要慢一些。一个引擎完成一定量的功需要的时间越短，这个引擎的功率就越大。**功率(power)**是做功的速度或者说单位时间内完成的功的多少。

当你把一个物体搬上楼梯的时候，不管你是走上去的还是跑上去的，你做的功都是相同的（即物体的重力乘以楼梯的高度）。但是当你跑着上楼时的功率大，因为此时你做功的速率大。

你也可以从另一个角度了解功率。我们说一个装置的功率是另一装置的2倍，也就是说这一装置做同样的功所需的时间是另一装置的一半，或者说在相同的时间内它做的功是另一装置的2倍。

功率的计算 只要知道做功的快慢，你就能计算功率。功率等于功除以做这些功所需的时间。可以用下面的公式来表示：

$$功率 = \frac{功}{时间}$$

由于功等于力乘以位移，所以上面的公式可以改写为：

$$功率 = \frac{力 \times 位移}{时间}$$

如果功的单位是焦，时间的单位是秒，功率的单位就是焦／秒，也就是瓦特，简称瓦。这是为了纪念詹姆斯·瓦特改进蒸汽机所做的巨大贡献。1秒时间内完成1焦的功，功率就是1瓦。换句话说，1瓦＝1焦／秒。

以瓦作为功率的单位有时显得有些小，比方说，你在1秒内把一杯水送到嘴里，你的功率大约为1瓦。所以我们一般用更大的单位——千瓦来表示功率，1千瓦＝1 000瓦。如洗衣机在正常工作时的功率约1千瓦，电站的发电功率大约为几百万千瓦。



☑ **想一想** *什么叫做功率？*

例题 一台起重机在30秒的时间内把重为8 000牛的钢材提到75米高的楼房的顶部，问起重机的功率是多少？

分析 提起钢材所需的力等于钢材的重力，也就是8 000牛；位移已经知道，我们可以利用功率的计算公式。

写出公式 $功率 = \frac{力 \times 位移}{时间}$

替代与运算

$$= \frac{8\,000\,牛 \times 75\,米}{30\,秒}$$

$$= \frac{600\,000\,牛 \cdot 米}{30\,秒} = \frac{600\,000\,焦}{30\,秒}$$

$$= 20\,000\,焦/秒 = 20\,000\,瓦 = 20\,千瓦$$

思考 答案告诉我们起重机提起钢材的功率是20 000瓦，即20千瓦。

练习题

1. 电动机用10 000牛的力在5秒内把升降电梯升到了6米高的地方，问电动机的功率是多少？
2. 一辆拖车用了9 000牛的力把一辆陷在水沟里的汽车给拉了出来，并在25秒内把车子拖出6米，问拖车的功率是多少？

功率和能

你肯定还记得：做功事实上是能量的转移。因此功率也可以相应地定义为：**功率是能量从一个物体转移到另一物体或由一种形式转变为另一种形式的速率**。也正因为如此，功率不仅仅存在于物体机械运动的情形下，只要能量出现传递或转变，功率就存在。

生活实验室

实践活动

你能感受到功率吗

假如你是一位理疗师，你想增加你的病人的运动量。在这个实验中，你将用一个台阶来模拟一种简单的体操。

问题

在运动时，你能改变你的运动功率吗？

技能

计算、分析数据

材料

计算器　　　米尺

秒表或有秒针的钟

长、宽、厚分别为120厘米、30厘米和2.5厘米的木板

步骤



1. 左右各放一堆大约为20厘米高的书，然后在上面放一木板，木板的两端与书齐平。

   注意：*让你的伙伴抓住木板，在整个实验过程中使木板保持平稳。*

2. 在笔记本上按照书本上的样式画一张数据表。

3. 你每跨一步所做的功是：

   功 = 重力 × 高度

   A. 假设你的重力是400牛，你的两个伙伴的重力分别是425牛和450牛。

   B. 测出地面到木板顶端的高度，换算成以米为单位，并记录在数据表中。

4. 求出你每跨上木板一次所做的功的大小，然后再求出跨20次所做的功的大小。

5. 然后两脚同时离地跳上木板，再从木板上跳下来，这一上一下算一个来回。

6. 让一个伙伴记下你以均匀的速度跳20个来回所花的时间。让他在记数的时候大声喊出来，以便记住相应的时间。把数据记录在表中。

7. 求出你跳20个来回所耗的功率（$\text{功率} = \dfrac{\text{功}}{\text{时间}}$）。如果你加快或减慢跳的速率，结果会有什么不同？

你知道100瓦的灯泡要比40瓦的灯泡亮多了。印在灯泡上的瓦数告诉你的就是它的功率，灯泡的功率就是它把电能转变成电磁能(光能)和热能的速率，100瓦的灯泡每秒钟能转变100焦的电能。100瓦的灯泡比40瓦的灯泡要亮是因为它比40瓦的灯泡每秒释放出更多的能量。

数据表

	重力 牛	木板高度 米	跳20回合的时间／秒	一个回合做的功／焦	20回合做的功 焦	功率 瓦
学生1　试验1						
学生1　试验2						

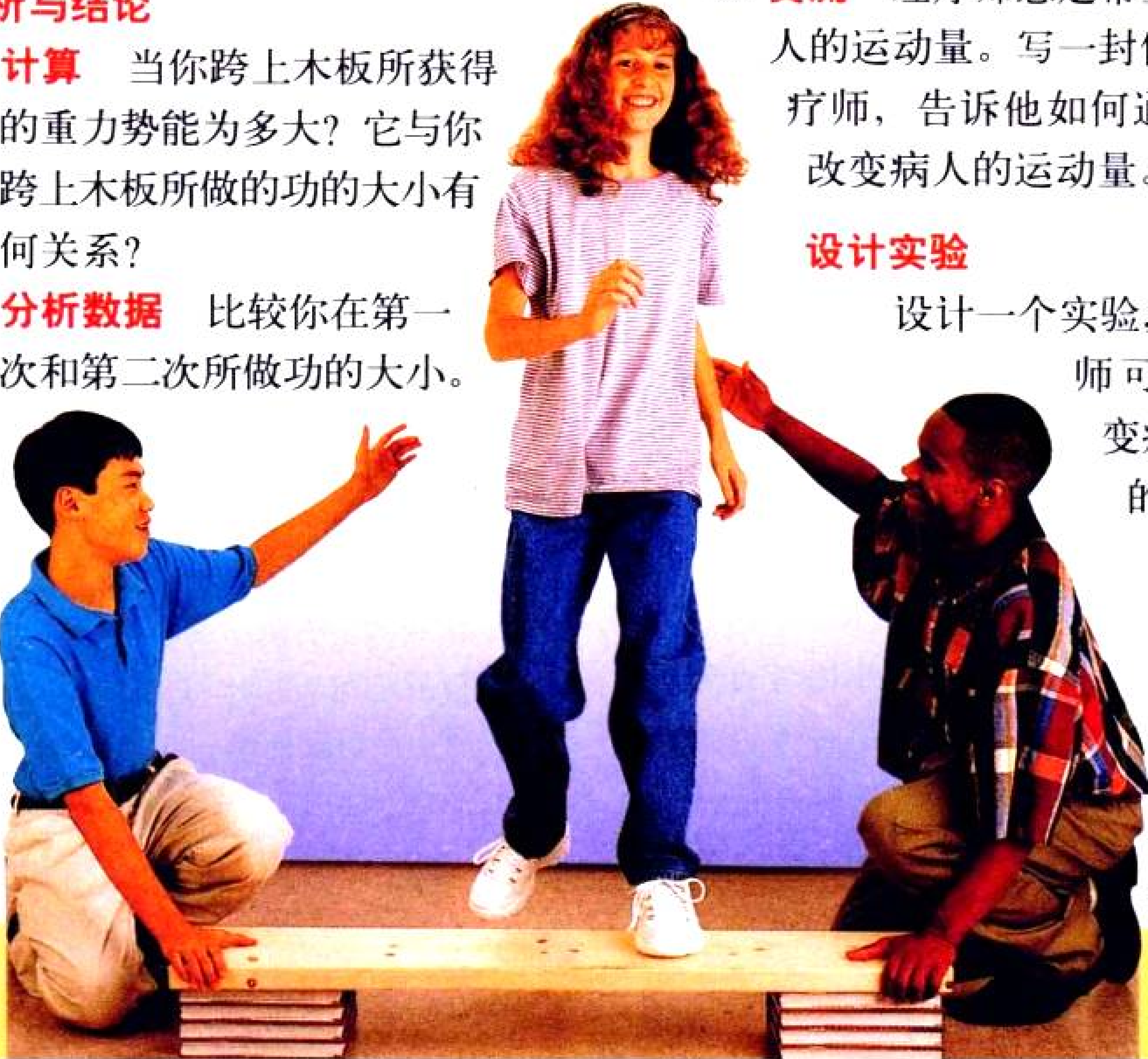
8. 重复步骤6和步骤7，这次把跨台阶的速率降下来。把相关数据记录在试验2这一栏中。
9. 跟你的伙伴调换角色，让他们来跨台阶，你记时间，重复步骤3～8。

分析与结论

1. **计算**　当你跨上木板所获得的重力势能为多大？它与你跨上木板所做的功的大小有何关系？
2. **分析数据**　比较你在第一次和第二次所做功的大小。
3. **分析数据**　比较你在第一次和第二次的功率大小。
4. **得出结论**　你和你伙伴做的功相同吗？你们做功的速率呢？请给出解释。
5. **交流**　理疗师总是希望能提高病人的运动量。写一封信给一位理疗师，告诉他如何通过音乐来改变病人的运动量。

设计实验

设计一个实验，验证理疗师可以用来改变病人运动量的两种其他办法，在获得老师同意后再开始实验。



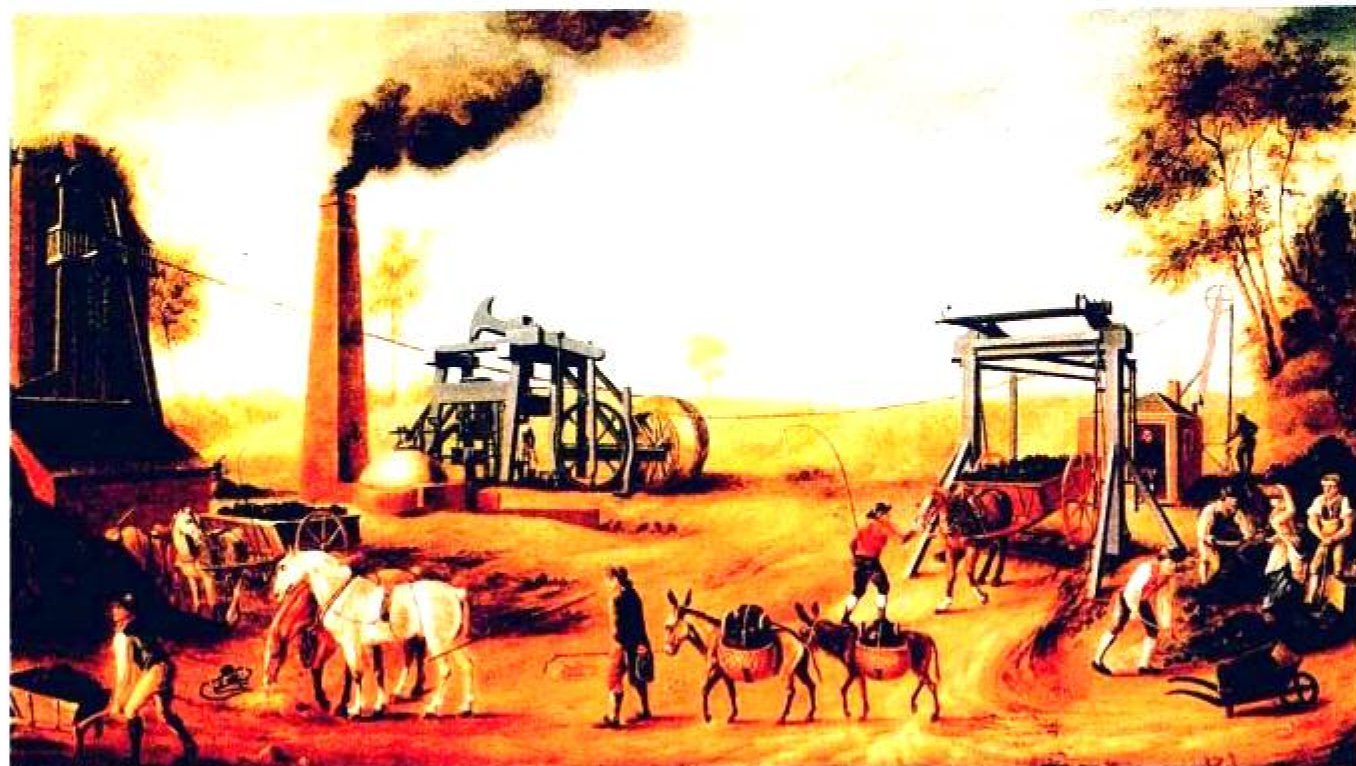
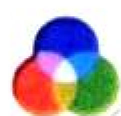


图5-16 瓦特改进的蒸汽机（位于图中烟囱旁边）正在煤矿里工作的情形。

马　力



与技术科学的综合 当人们谈论汽车引擎时，他们经常使用另外一个单位——马力，1马力约等于746瓦。（马力不属于国际单位制）

瓦特引进马力这一概念是为了说明他在1769年改进的一台蒸汽机的优良性能，瓦特决定把他的机器与当时最常用的动力——马力联系起来。他把他的蒸汽机能做的功与运煤的马能做的功相比较，并将1马力定义为：一匹马在一分钟内把15 000千克的物体举高0.3米所做的功。



第四节复习

1. 写出功率的计算公式。
2. 功率与能之间有什么关系？
3. 如果你花40牛的力在4秒内跑了18米路，请问你消耗的功率是多少？
4. **理性思维　解决问题**　电风扇的电动机每分钟转化了24 000焦的电能，问这台电风扇的电动机的功率是多少？
5. **理性思维　对比**　一台功率为40马力的内燃机每小时燃烧掉的燃料是20马力内燃机的2倍，用功率与能方面的知识解释这一现象。

课题 5

检查进度

在你制作的过山车的车道上多加几道弯。观察一下，车子驶到转弯处时，速度有什么变化？是不是车道有几处地方更适合做弯道？试验一下，在车道上按上一个竖直的环，看看放在哪个地方最合适。由于过山车把重力势能转化成了动能，所以我们可以说过山车也消耗功率。过山车行驶到哪一点时功率最大？

SECTION 1 能的性质

知识要点

- 能是做功和使物体位置高度发生变化的本能。
- 做功时能从一个物体传递到另一个物体。
- 动能是由于物体运动而具有的能；势能是由于物体所处的高度和形变而具有的能。
- 能的六种形式是机械能、热能、化学能、电能、光能和原子能。

关键术语

能　机械能　动能
热能　势能　化学能
弹性势能　电能
重力势能　电磁能
原子能

SECTION 2 能量转化与守恒

知识要点

- 能量转化或转变出现在能量由一种形式到另一形式的过程中。
- 在任何过程中能量都不会凭空消失，这就是能量守恒。

关键术语

能量转化　能量守恒定律





SECTION 3 能量转化与化石燃料

与地球科学的综合

知识要点

- 来自太阳的能量被动植物转变成化学能。化石燃料，如煤和石油，是远古代动植物的残骸经过上亿年的地质演变形成的。
- 在燃烧的过程中，储存在化石燃料中的能量被释放或转变。

关键术语

化石燃料

SECTION 4 功率

知识要点

- 功率是做功的速率或能量转变的速率。
- 功率等于单位时间内所做的功(所转变的能量)。功率的单位是瓦，1瓦=1焦／秒。

关键术语

功率



活动

相关网站

www.science-explorer.phschool.com

第5章复习

复习题

选择题

选择最佳答案。

1. 运动的能叫做______。
   a. 弹性势能
   b. 动能
   c. 重力势能
   d. 化学能
2. 当你拉开弹弓，你给了弹弓一个______。
   a. 动能　　b. 弹性势能
   c. 重力势能　　d. 功率
3. 不管能量如何转变，总有一部分能量转变为______。
   a. 原子能　　b. 电能
   c. 热能　　d. 机械能
4. 煤储存的来自太阳的能量，叫做______。
   a. 化学能　　b. 电磁能
   c. 机械能　　d. 电能
5. 做功的速率叫做______。
   a. 能　　b. 效率
   c. 功率　　d. 守恒

判断题

如果叙述正确，就写“T”；如果错误，写“F”，并修改划线部分。

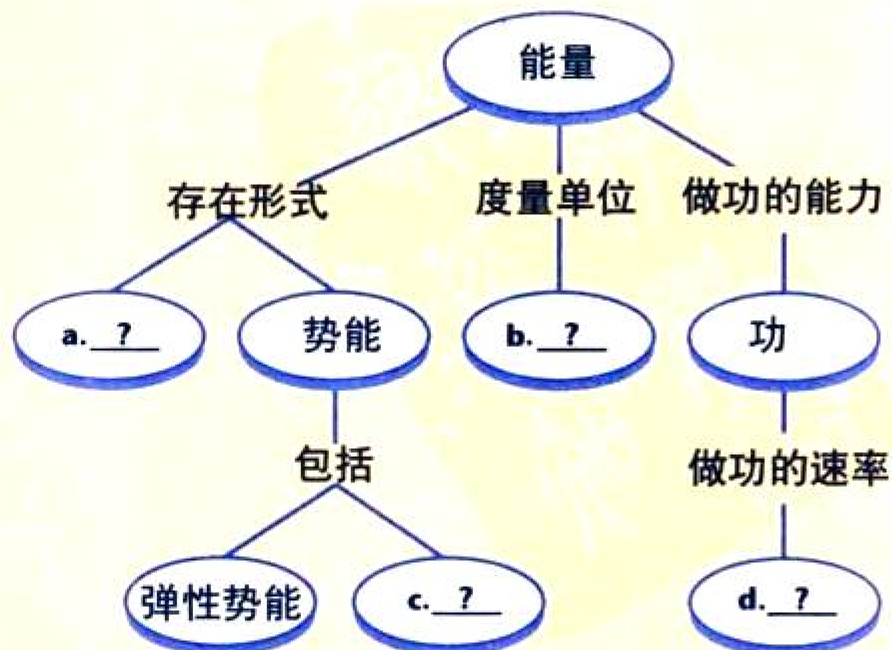
6. 功率的国际单位是焦。
7. 动能是因为物体所处的位置高度而具有的能。
8. 重力势能取决于物体的重力和高度。
9. 绿色植物把来自太阳的电磁能(光能)转变成了机械能。
10. 如果一台机器的功率是另一台机器的3倍，那么它做相同的功所需的时间是另一台机器的$\frac{1}{3}$。

简述题

11. 说明动能和势能的不同之处。
12. 下列例子中各涉及了哪一种能？一片从树上掉下来的树叶，一支燃烧的蜡烛，扎在一捆报纸上的橡皮筋。
13. 一只鹰从它栖息的树枝飞到地上捕猎物。请描述一下鹰在下降过程中的能量转变情况。
14. 爬楼梯时，你是如何体现能量守恒定律的？
15. 厨师把一个馅饼放进位于低温挡的烤箱，烤了一个小时；另一位厨师把一个馅饼放进位于高温挡的烤箱，烤了一个小时。两者转变的能量相同吗？两挡的功率也相同吗？
16. **科技写作**　就像你在144页与145页插图中看到的一样，在你的周围有各种不同形式的能。假设你正在写自传，请挑出你一生当中曾经历过的三件事。写一篇短文，描述每件事情涉及的最重要的能的形式。

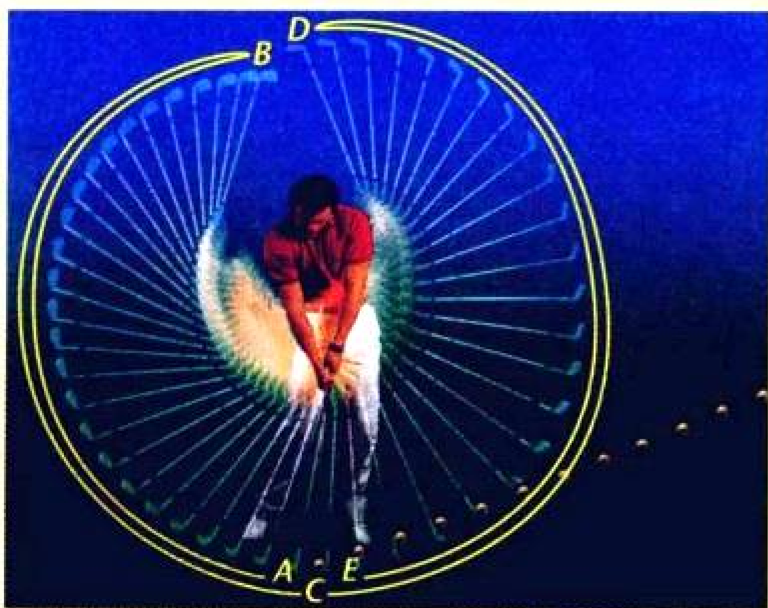
形象思维

17. **概念图**　在一张空白纸上把这幅能量概念图抄下来。补充完整后给它加个标题。(若想了解更多有关概念图的知识，请参阅技能手册。)



运用技能

根据高尔夫球手的挥杆示意图来回答第18～20题。高尔夫球手在A点起杆，在E点结束动作。



18. 推论 球棒在哪一点的势能最大？在哪一点的动能最大？

19. 交流 描述从A点到E点的能量转化情况。

20. 得出结论 球棒在C点的动能要比B点大，这是否就意味着它不符合能量守恒定律？

理性思维

21. 计算 一辆质量为1 300千克的汽车以11米/秒的速率行驶，它的动能是多少？

22. 解决问题 一个体重500牛的女孩从3米高的楼梯上走下来，她的重力势能发生了什么变化？

23. 应用概念 描述你打开电风扇纳凉时所涉及的能量转化。

24. 因果推断 摩托车、小轿车与公共汽车以相同的速率行驶，它们中哪个动能最小？哪个最大？为什么？

第5章复习

学习评估

课题5 总结

成果展示 把你制作的过山车展示给你的同学，说明你选用的材料以及车道顶的高度、坡度、转弯和圆环对过山车行驶的影响。解释过山车在车道上行驶时，有关的能量转变情况，并指出你的过山车不同一般的特点。

思考与记录 在你的笔记中说明你是如何改进设计的。回想一下，在做过山车之前你对动能和势能的认识。而你现在对动能和势能又是如何理解的。你都修改了哪些方面？又保留了哪些方面？

实践活动

在家中 选择家里的一个房间，找出那些涉及能量转变的装置，例如：闹钟、收音机或者运动器材。观察一下发生在这个房间里的活动，如：吃饭、睡觉和洗衣服等。把有关装置和活动的示意图或照片做成一张招贴画，在上面标出涉及的能量转变情况。

第六章 热能与热量

温谱图上颜色最鲜艳的区域就是热辐射最强的地方。

主要内容

SECTION 1 温度与热能

探索　水有多冷

SECTION 2 热量的性质

探索　“热起来了”是什么意思

增进技能　推论

试一试　感受一下温暖的感觉

技能实验室　只需加点水

SECTION 3 与化学的综合 热能与物态

探索　金属加热后会发生什么情况

增进技能　观察

课题 6

制作保温容器

这幅不同寻常的图既不是出自卡通片也不是来自恐怖电影，它其实是一座房子的温谱图。温谱图是根据物体辐射出的红外线拍摄得到的。你肯定会对自己房子的温谱图非常感兴趣，因为它将帮助你找到那些宝贵的热能是从哪里流失的。

在这一章里，你将学到什么是热量，以及热量与热能和温度的关系。在学习这章的同时，你将用学到的知识做一个隔热保温容器。

课题目标 做一个以铝罐做内胆、容积为 355 毫升的保温容器。你设计出的装置必须：

- 减少容器里热量的散失；
- 不得采用现成的保温容器，必须选择原材料自己制作；
- 保温层厚度不得超过 3 厘米；
- 不能用电或化学燃料；
- 遵循附录中的有关安全守则。

课题准备 与同学们一起集体讨论后确定采用哪些保温材料。同时思考下列问题：这些保温材料有哪些共性？哪种材料最容易获得？怎样确定哪种材料的保温隔热效果最好。

检查进度 在学习这一章内容的同时，进行这一课题的研究。为保证课题按时完成，在以下各阶段检查进度。

第二节复习，第 177 页：通过实验确定保温隔热效果最好的一种材料，并把实验结果记录下来。

第四节复习，第 190 页：组装并测试你的装置。

总结 在本章的最后（第 193 页），你将测试你制作的保温容器的性能。

SECTION 4 热量的利用

探索 打气筒怎么了

试一试 使劲摇

SECTION 1

温度与热能

探索 活动

水有多冷

1. 在三个塑料碗中分别倒入冷水、热水和室温的水，并贴上标签。
2. 把三只碗排成一排，把你的右手伸进盛冷水的碗中，把左手伸进盛热水的碗中。
3. 一分钟后，把两只手同时伸进第三只碗中。

思考

观察 当你的手伸进第三只碗时有什么感觉？两只手的感觉是否一样？如果不是的话，请你解释其中的原因。

阅读指南

◆ 常用的温度计有哪三种？

◆ 温度与热能有什么区别？

阅读提示 在你学习本节内容时，先以本节的相关标题为基础，写出温度与热能这两个概念的要点，并在学习过程中把相应的定义补充进去。

如果气象预报说今天最高气温是25度，那你穿什么呢？需要一件外套再加一条围巾呢，还是只要穿件短袖衫或T恤就可以了？做决定前请先弄清楚这个温度的单位，即温标是什么。有一种温标的25度，在水的冰点以下；而另一种温标的25度，会让你觉得很舒适。

温度

不需要阅读科学方面的书籍，你也知道“热”指的是温度高，而“冷”指的是温度低。在热天和冷天，你会穿上不同的衣服。而科学家研究温度时，他们往往考虑的是组成物质的粒子。

物质由叫做原子和分子的粒子组成。尽管由它们组成的物质是静止的，但这些粒子却始终在运动。回想一下已经学过的内容，运动具有的能我们称之为动能，因此所有的粒子都具有动能。粒子运动速率越大，它们的动能就越大。**温度(temperature)**是衡量组成物质粒子的平均动能的标志。



图6-1 热可可中分子的运动速率要比冰巧克力牛奶中分子运动的速率大。

应用概念 *哪杯饮料中分子的平均动能大？*

请看图6-1中的热可可和冰巧克力牛奶。可可的温度比巧克力牛奶高，可可中粒子的运动速率更大一些，因而它们的平均动能也就大一些。要是给巧克力牛奶加热，它里面的粒子运动速率就增大，它们的动能也相应增加，这就意味着巧克力牛奶的温度将升高。

温　标

如果你已经做了本节开头的探索实验，你就知道物体的冷热是相对而言的。在大热天，突然钻进一间开着空调的房间，你或许会打个颤。几分钟后，你才会适应房间里的温度。要想准确地测出温度，你需要一个温标。**测量温度常用的三种温标是：华氏温标、摄氏温标和开尔文温标。**

摄氏温标　世界各国一般使用的是**摄氏温标(Celsius scale)**。摄氏温标的0度是水结冰时的温度，而100度则是水沸腾时的温度，两者之间被均分成100个刻度，每个刻度就是1℃。

华氏温标　在美国，使用最普遍的温标是**华氏温标(Fahrenheit scale)**。华氏温标的32度表示的是水结冰时的温度，212度是水沸腾时的温度。在这两个刻度之间平分成180个相等的区间，每个区间就是1°F。

开尔文温标　在物理学中广泛使用的是**开尔文温标(Kelvin scale)**。开尔文温标的刻度与摄氏温标是相同的，开尔文温度加上273后就换算成了摄氏度。因此，开尔文温标水结冰的温度是273K，水沸腾时的温度是373K。

图6-2　三种温标的比较。
对比　*这三种温标有哪些不同？*





图6-3 大罐子里装的热可可温度与小杯中的可可温度相同。
对比 *这两个容器中的热能相等吗？*

为什么数字273会如此特殊呢？科学家通过实验得出结论：−273℃是最低温度，再也没法往下降了。这一最低温度就叫做**绝对零度(absolute zero)**。达到这一温度后，就再也没办法从物质中获取能量了，因此，开尔文温标的零度指的是绝对零度。

想一想 ***通常用来定义普通温标的三个基准点是什么？***

热 能

物质中所有粒子所含能量的总和就是物质的热能，有时也称之为内能。即使两个物体的温度相同，它们的热能也不一定相等。

在一定温度下，物质所含的粒子越多，它具有的热能也就越大。例如，温度为75℃的2升热可可饮料具有的热能就比相同温度的0.15升的热可可饮料的热能多。**因此，温度是衡量组成物质的单个粒子的平均动能的标志，而热能是所有粒子具有的能量的总和。**

热能不仅仅取决于物质的温度以及所含粒子的数量，它还受粒子排列方式的影响。在第三节，你将学到固体、液体和气体在热能方面的区别。



第一节复习

1. 定义三种常用的温标，并说出它们各自的冰点和水的沸点。
2. 热能和温度相同吗？为什么？
3. 物质中粒子的运动与其热能有什么联系？
4. 为什么开尔文温标没有负温度？
5. **理性思维** **应用概念** 装冷水的容器与装热水的容器的热能可能相等吗？为什么？

身边的科学

问问你的家人，家里哪些地方的温度高低是很重要的？也许烤炉的温度挺重要——没有足够的温度你就烤不成面包，或者你会把空调的温度定在25℃。列一张表，描述一下相关的情况。你的家人或许习惯了摄氏温标，就让他们用华氏温标来描述他们所熟悉的一些情况吧。

SECTION 2

热量的性质

探 索 活 动

“热起来了”是什么意思

1. 准备一些不同材料的用具，如银的、不锈钢的、塑料的以及木头的，等等。
2. 在每件用具的柄上抹上一小块冻黄油。

注意：各器皿竖放的时候，这些黄油块得在同一高度上。

3. 把它们放入一只烧杯中，相互之间不要碰到。
4. 往烧杯里倒热水，直到水面离黄油6厘米左右。然后，观察这些用具几分钟，看看会发生什么情况。



5. 这些用具将变得油腻腻的。把油脂擦掉后再放到肥皂水里清洗。

思考

观察 黄油发生了什么变化？各件用具上发生的情况相同吗？该如何解释你观察到的现象？

阅读指南

- 热与热能有什么关系？
- 热传递的三种方式分别是什么？
- 比热与热能有什么关系？

阅读提示 学习本节之前，用你自己的话给“热”下个定义。在你学完本节以后，把不对的地方改过来。

铁匠的活很热。铁匠把一块铁放进了火炉，随着火把热能不断地传递给铁块，铁块变得越来越热，并开始发红。铁匠也感到火炉里升起的热气，灼人的热气映红了他的脸和双臂。所有这些都是热传递的不同方式。**热传递 (heat transfer)** 是指热能从温度较高的物体转移到温度较低的物体的过程。



图 6-4 在用铁锤将一块铁打制成铁器之前，铁匠先要用热来软化它。

请注意科学中热的定义与我们日常生活中所说的热是不一样的。或许你听人说过物体中含有热量。事实上，物体中含有的不是热量，而是热能。热量实际上指的是热能转移的多少，即**热量是由高温物体向低温物体传递的热能的多少**。回想一下第五章所学的有关内容，功也包含机械能的转移。因此，功和热量都涉及能量的转移，它们的单位都是焦。

增进技能

推论



衣服已经烘干了，于是你把它们从烘干机里拿出来。先拿出来的是衬衫，没什么问题。接下来你抓到的是一条牛仔裤，可你这次却恨自己扔得太慢，因为牛仔裤上的金属拉链太烫手！推测一下牛仔裤上什么东西的导热性能好？为什么？

热是怎样传递的

热传递有三种方式：**传导、对流和辐射**。铁匠每天都与它们为伴。

传导 在**传导(conduction)**过程中，热由物体的一个分子传递到另一个分子，而物质本身并不运动。想像一下，一只金属汤匙正放在电炉上的锅里加热，做缓慢运动的铁锅里的分子与快速运动的电炉丝里的分子发生了碰撞，通过热传递，那些缓慢运动的分子运动速率增大了。接下来，铁锅中的分子开始碰撞水分子，水分子又与汤匙一端的分子发生碰撞。随着分子运动速率的增大，汤匙变得越来越烫。这一过程将持续到整个汤匙都变得烫手为止。

就像图6-5中的马掌，随着热从火中转移过来，马掌变得通红。这里，热是通过传导的方式传递到马掌上的。

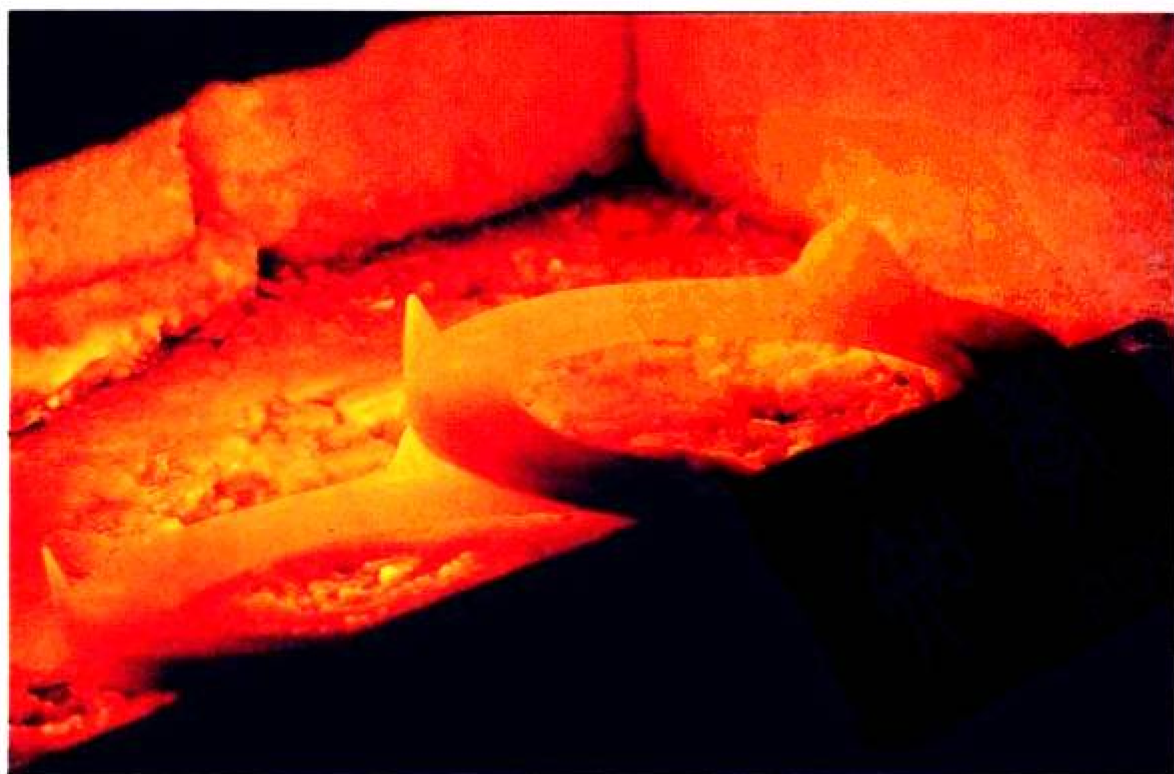


图6-5 尽管只有马掌的底部接触到了烧红的煤炭，但事实上整个马掌都热得烫手。
推论 *热在金属中是通过什么传递的？*

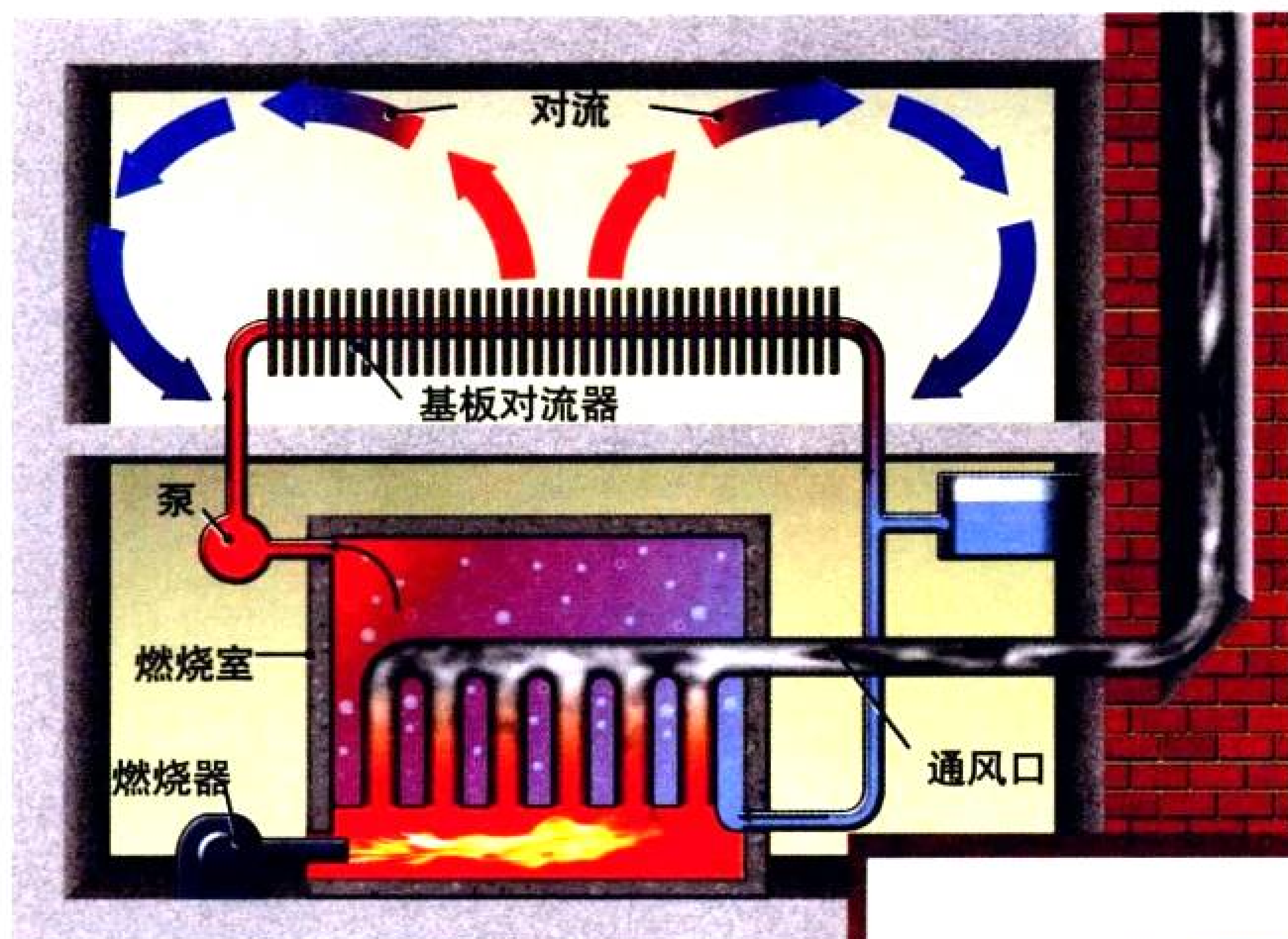


图6-6 下图暖锅中做对流运动的水把热量传递给锅中全部的水。同样，暖气片上方做对流运动的热空气把热量传送到房间的每个角落。



对流 要是你仔细观察正用炉子加热的一壶热水，你会发现壶中的水在运动。**对流 (convection)** 是水热传递的一种方式。在流体（液体或气体）中，热传递主要通过流体的运动来实现。

锅底的水分子受热后，运动速度增大，并开始往上升，结果锅底部分水的密度变得越来越小。在第三章我们已经学过，密度小的流体将漂浮在密度大的流体上面，这样，在较热的这部分水往上升的同时，周围那些相对较冷的水将填补它们的位置，从而形成了如图 6-6 所示的**对流现象 (convection current)**。

在设计和建造大楼供暖系统时，就利用了对流现象。通过对流，热空气被送到大楼的各个角落。图6-6中取暖器的暖气片附近的空气受热后密度变小上升，周围相对较冷的空气就会流过来填补它们原来的位置。

与地球科学的综合 对流同样存在于大自然中。在天空翱翔的鹰是利用对流现象的行家。当暖空气上升的时候，它就顺势高飞。事实上，太阳加热地表的大气，于是大气以对流的方式传递热量。对流产生的风形成了地球上的各种天气现象。

☑ **想一想** ***热是如何通过对流的方式实现传递的？***



图 6-7 安装在菜柜上方的热能灯辐射出来的热量使食堂里的饭菜看上去总是热气腾腾。

辐射 **辐射 (radiation)** 是能量通过电磁波转移的一种方式。因为热量可以通过辐射传递，因此你能感受到几米之外的篝火或台灯散发出来的热。铁匠能感受到炉膛里的热的原因也是因为辐射。辐射区别于传导和对流的一个重要方面是：辐射在传递热的时候不需要介质，所有到达地球表面的太阳能都曾穿越了一亿多千米的真空空间。

试 一 试

感受一下温暖的感觉



灯泡里的热是怎么传递出来的？

1. 打开一盏没有灯罩的台灯。站在那儿，等候大约 1 分钟时间。
2. 伸出你的手掌，在离灯泡大约10厘米的一侧放15秒左右。要是你感到太烫时，就把手移开。
3. 现在改变一下位置，把你的手放到灯泡上方大约10厘米的地方，停留 15 秒左右。

结论 你的手在哪个位置感到更热一些？运用热传递的知识来解释上述现象。



热传递是单向的

如果两个物体的温度不同，那么热就会从温度高的物体传递到温度低的物体。当热量传给一个物体时，这个物体的热能就会增加。随着热能的增加，它的温度就会升高。与此同时，那个放热的物体的温度就相应地降低。热量会不断地从一个物体传到另一个物体，直至两个物体的温度相等。如果你不赶紧喝，一碗热气腾腾的燕麦粥很快就会凉却，直到与室温相同。

冰淇淋一类冷冻食品又是如何做成的呢？用来做冰淇淋的原料，如牛奶和糖，它们的温度远不及做成的冰淇淋那么低。在冰淇淋机中，这些原料是放在一只四周铺满冰块的金属罐里的。你或许会认为是冰块把“冷气”传给了罐子里的原料才做成了冰淇淋的。但实际情况并非如此，因为并不存在这样一种“冷气”。相反，随着那些原料中的热能不断地传递到冰块中，冰淇淋也就做成了。热传递是单向的。

☑ **想一想** ***热传递的方向有什么特点？***

热的导体与绝缘体

你是否曾在一个寒冷的早晨从地毯一侧走到地砖上？要是有过这样的经历，你一定还记得：踩到地砖上要比地毯上感觉冷多了。然而，你若测量一下两者的温度，又会发现它们的温度却都与室温相同。之所以你有不同的感觉，原因在于导热性方面的差异。

导热性好的材料叫做热的**导体(conductor)**，银、不锈钢都是良好的热导体。金属做成的汤匙的导热速率要比木头和塑料做成的汤匙大一些。导热性能不佳的材料叫做热的**绝缘体(insulator)**，木头、毛、秸秆、纸以及软木都是很好的绝缘体。空气等气体，也是不错的绝缘体。

地砖是一种很好的热导体，之所以踩上去觉得很冷是因为它能很快地把你皮肤上的热传递出去。地毯则相反，是一种很好的热的绝缘体，不容易将你皮肤表面的热量传递出去，因而，踩上去感觉暖和多了。

衣服和毯子就是避免你身上热量散发出去的绝缘体。哺乳动物和鸟类都有自己天然的绝缘体。鸟类的羽毛能有效地滞留住空气，而海象则有一层叫做海兽脂的脂肪能很好地留住热量。

一座隔热性良好的房子，不管外面是寒冬还是酷暑，住在里面都感到很舒服。房子的隔热层，在酷热的夏天能够挡住室外灼人的热浪，在寒冷的冬天则能有效防止室内的热量往外散失。玻璃纤维是一种常用的建筑隔热材料，它是一团贮有空气的很细的玻璃丝。空气的导热性很差，玻璃纤维中的空气不会发生热传导，因此玻璃纤维能有效地阻止热量通过墙体和屋顶传递出去。

图 6-8 很多动物有着诸如羽毛或海兽脂一样的天然绝缘体。





图6-9 双层玻璃的窗户和热水瓶都是利用绝缘材料来防止热传递的。

房间里的热量大多是通过窗户散失出去的。基于这个原因，一种装有两层玻璃的窗户出现了。夹在两层玻璃之间的空气导热性很差，从而有效地防止了热传递。热水瓶利用了相同的原理，热水瓶的真空层比空气层的隔热性能还要好。

比 热

想像一下，你正在穿越炽热的沙滩奔向大海。然而刚跑到水边，你就不再往前跑了，因为海水太凉了。为什么在同样的太阳辐射下，沙滩上的沙子这么烫，而海水又这么凉呢？答案是提高相同的温度，水所需的热量要比沙石多。

物体受热后温度随之升高，但不同的物体温度升高的速率是不一样的。物体升高一定温度所需的热量取决于它的化学组成，不同的物质升高相同的温度所需的热量是不一样的。

科学家们定义了一个物理量来表示物体的温度变化与热量之间的关系。质量为1千克的某种物质升高1℃所需的热量，叫做该种物质的**比热(specific heat)**。比热的单位是焦/(千克·℃)。图6-10中给出了一些常见物质的比热

图6-10 下表列出了几种物质的比热。

解决问题 *要使1千克铁和1千克铜升高相同的温度，铁所需的热量比铜大多少？*

几种常见物质的比热

物质	比热 焦/(千克·℃)
铝	903
黄铜	376
铜	385
玻璃	664
冰	2 060
铁	450
沙	670
银	235
水	4 180



图6-11 在艳阳高照的夏天，沙滩上烫得让人受不了，但几米之外的海水却仍然很凉爽。

值。你肯定注意到了，水的比热特别大，要使1千克水的温度升高1℃所需的热量居然高达4 180焦。比热大的物质能够吸收大量的热量，自身的温度却变化不大。

一个物体热能的变化与它的质量、温度变化及比热有关，你可以用下面的公式来计算物体热能的变化：

热能变化＝比热×质量×温度变化

使5千克水的温度升高10℃所需的热量是多少？

吸收的热量＝4 180焦/(千克·℃)×5千克×10℃

＝209 000焦

因此你得往这些水里传递209 000焦的热量，才能使它的温度升高10℃。



第二节复习

1. 热量与热能有什么不同？
2. 描述热传递的三种不同方式。
3. 什么是比热？
4. **理性思维　解决问题**　如果10千克银温度从35℃降到21℃，它放出多少热量？
5. **理性思维　应用概念**　在空调发明以前，人们经常在睡觉前用装了热水的瓶子暖被窝。为什么要选择热水？

课题 6

检查进度

准备一篇简短的实验计划概要，说明你将怎样检测房子的隔热性？

提示：哪些变量是你想控制的？你将如何控制它们？

想一想，你怎样才能设计出一个较好的方案来比较各种材料的隔热性能？你得每隔多久测量一次温度？实际操作一下。

只需加点水

要是往冷水中加热水，会出现什么现象？在这一实验中，你将制造一种用来测量热量的量热器，根据获得的相关数据计算热传递的具体数值。

问题

热水与冷水混合后，有多少热量从热水传递给了冷水？

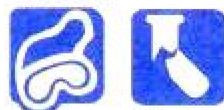
材料

4只塑料杯　2支温度计

热水　天平　剪刀　铅笔

放在冰里镇着的一烧杯水

步骤



1. 预测一下，热水放出的热量与冷水吸收的热量之间的关系。
2. 在你的笔记本上按照下面的格式画一张图。
3. 按右上方框中的说明做两个量热器。用天平称出它们装水前的质量(含盖子)，并将数据填入表格中。
4. 往冷水量热器中加些冰镇过的水(冰块不要倒进去)，直至加到杯子容积的$\frac{1}{3}$左右。然后合上盖子，称出总质量，把相关数据填入表格中。
5. 往热水量热器中加入热水，直至达到杯子容积的$\frac{1}{3}$左右。然后合上盖子，称出总质量，记下数据。

注意：小心别让热水烫伤手。

制作量热器

A. 在其中的一只塑料杯上贴上标签“C”。(“C”代表冷水)

B. 再拿一只杯子，从杯口往下剪去2到3厘米，标上“C”后，倒扣在“C”杯上当作盖子，这样一只冷水量热器就完成了。

C. 拿一支铅笔，在盖子上戳一个洞，大小刚好能插进一支温度计。

D. 重复上述三个步骤，这次你在杯子和盖子上标上“H”，这就是你的热水量热器。

数据表

	空杯质量 克	杯子和水的总质量／克	水的质量 克	起始温度 ℃	最终温度 ℃	温度变化量 ℃
冷水量热器						
热水量热器						

6. 计算每个量热器中水的质量，填入表中。
7. 将温度计从盖子上的小孔中插入水中，1～2分钟后记下读数。
8. 取出温度计，揭掉盖子。把冷水量热器中的水全部倒入热水量热器中，盖上盖子，插入一支温度计，并记下最终温度。

分析与结论

1. **观察** 冷水的温度变化了多少？将结果填入表中。
2. **观察** 热水的温度变化了多少？将结果填入表中。
3. **计算** 用热量计算公式计算出有多少热能转移到了冷水中？水的比热是4.18焦/(克·℃)。热量计算公式：冷水吸收的热量＝4.18焦/(克·℃)×冷水的质量×冷水温度变化量。记住：1℃＝1K
4. **计算** 用上述公式计算出热水放出的热量。
5. **计算** 问题3与问题4中得出的结果应该用什么单位？
6. **分析数据** 你在实验前的预测对吗？你预测的依据是什么？
7. **交流** 本实验的误差一般出现在哪些方面？在设计实验时，如何避免这些误差？

实验设计

如果你在实验中用的热水质量要比冷水大得多，实验结果会有什么不同？反之，如果你用的冷水更多呢？预测一下，然后设计一个实验来验证你的预测。得到老师许可后，再开始实验。



隔热与空气流通的矛盾



人们都想节约点钱，也希望节约能源，这些能源包括：石油、煤和天然气。因此，从20世纪70年代开始，住宅、办公楼以及学校都采用了节能设计。许多方方正正的高楼建了起来。大多数高楼都有厚厚的隔热外墙，而且尽可能减少房子外墙的面积。窗户则小了许多，而且密封性都很好。所有这些特点大大限制了室内外的热传递。

然而，在限制室内外热传递的同时，也限制了空气的流通。结果，病毒、细菌以及污染物被滞留在房子里出不去。住在这些房子中的人会因此染上疾病，在美国每年因此而有几百万美元的医疗费用和误工损失。

社会问题

如何净化室内空气

减少室内污染物，或者把它们根除，是减少这类疾病发生的主要途径。为了达到这一目的，建筑商们得采用不污染空气的建材和隔热材料。例如，他们可以用原木来代替会挥发出有害化学成分的塑料和复合板，也可以定时过滤室内空气、经常清洗墙体、地板以及地毯等，把能散发出不良化学物质的那些机器设备，如复印机等放在通风良好的地方。这样，就能减少污染物进入室内空气中。

如何改善房子的通风性能

通风良好的标准是，每秒钟每人至少得到10升新鲜空气的供应。如果新鲜空气的摄入量低于这个标准，人们的眼睛、鼻子和喉咙就会感到不适。改善通风性能的途径有许多。有些房间通过安装换气装置来改善其通风性能。住在这些房子里的人得留意，千万别让通风口被家具什么的给堵上了。尤其是房子面临污染加剧的时候，比如说，部分房间正在油漆期间。

要增加房间空气的流入量就意味着需要更多的能量来维持空调或供暖设备的运行，从而使得节能建筑的节能效益降低了。为了弥补这方面的损失，人们在冬天可以选择多穿点衣服；也可以把取暖器的温度控制器调低一些，这样就可以减少能源消耗；还可以在夏天少穿点衣服，这样就可以减少空调的使用。

另一种可以获得更多新鲜空气又节能的办法是采用一种叫做能量循环通风系统，这一系统既能保证新鲜空气的进入，又能很好地防止热能的流失。

你的观点

1. 发现问题

用你自己的话描述一下，采用厚厚隔热层带来的问题。

2. 分析原因

列出五种减少室内疾病发生的方法。评估一下你的这些方法对供暖所需的能源使用量会产生什么样的影响。

3. 解决办法

假设你正在建造一所学校。请列出你防止室内疾病发生的措施，而且这些措施不会导致供暖能源费用的增加。

SECTION 3 热能与物态

探索 **活动**

金属加热后会发生什么变化



1. 将一根1米长的金属丝的一端绕在铁架台的夹子上。
2. 另一端系上几个垫圈。调整夹子，保证垫圈能够自如地晃动，同时又紧挨地面。
3. 点上一支蜡烛，带上防火手套，给金属丝加热。
   注意：*小心火焰，别让蜡烛油滴到手上去。*
   预测一下，金属丝加热后有什么变化。
4. 用带着手套的那只手摇一摇金属丝，看看垫圈的运动有什么变化？
5. 吹灭蜡烛，让金属丝冷却下来。几分钟后再去摇一摇金属丝，观察一下它的运动情况。

思考

推论 根据你观察到的结果，你觉得固体受热后会发生什么变化？

阅读指南

- 物态变化是由什么引起的？
- 为什么物质受热后会膨胀？

阅读提示 在学习本节的同时，把课本中的插图在你理解课文方面所起的作用记录下来。

整天里，橘子林中的气温不断地下降。焦急万分的农场主等待着最新的天气预报。天气预报说，晚上气温将继续下降。严寒的天气可能会毁掉一年的收获。农场主真想提前采摘，但是橘子还没有成熟。

没有办法，农场主只好吩咐他的工人把长长的水管拖进来，让他们给橘子树喷水。随着气温的下降，水结成了冰。使你想不到的是，正是这些冰保住了橘子！

冰怎么可能保温呢？问题的答案与水变成冰的过程中热能的转移有关。

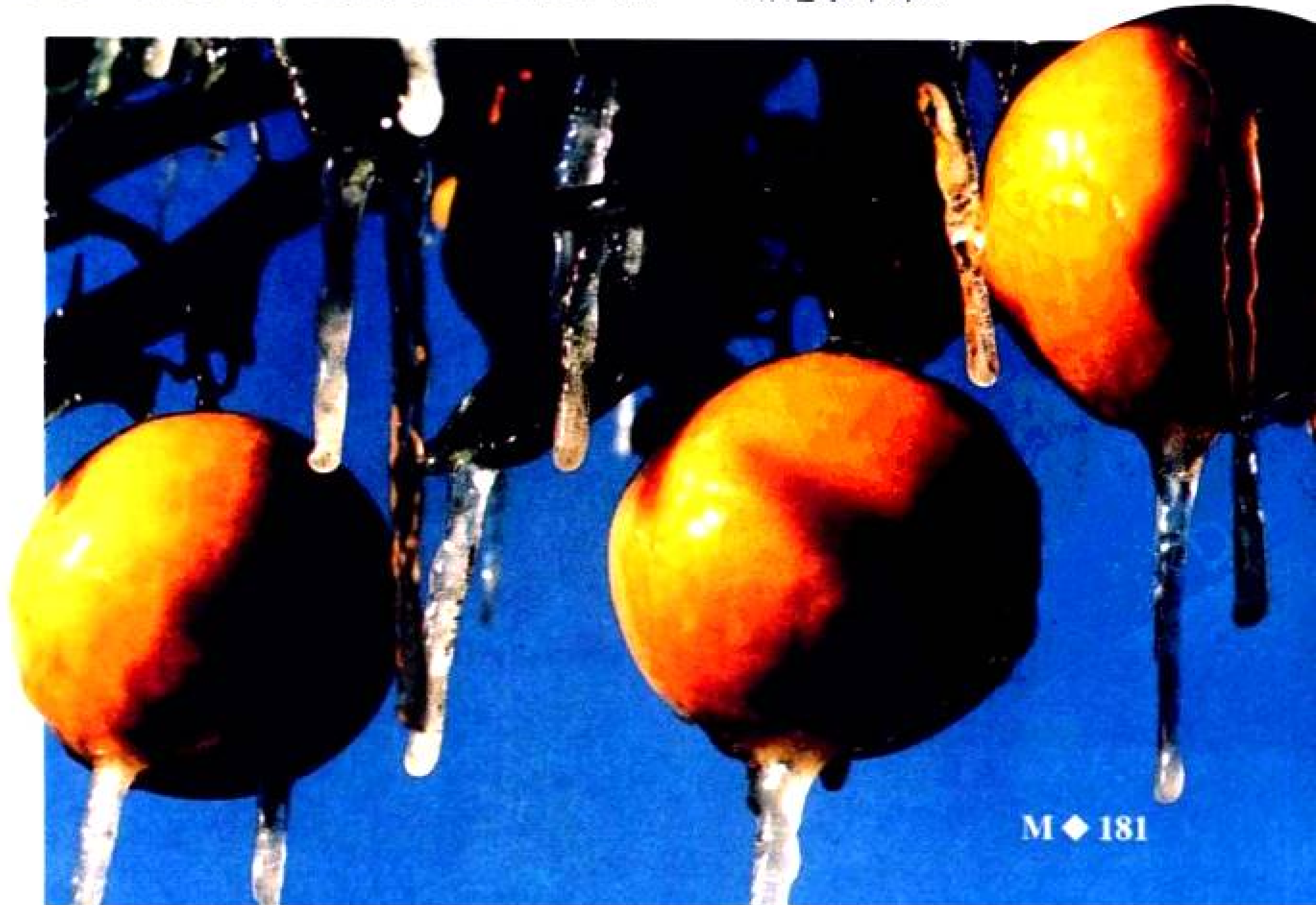


图6-12 你能想像用冰来给其他东西保温吗？由于受到了严寒的威胁，这些橘子已经喷上了一些水。

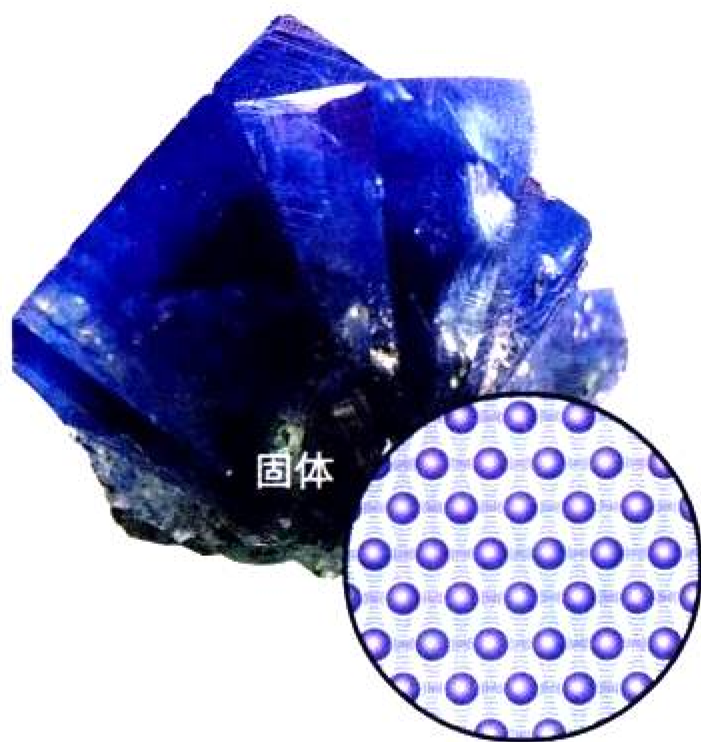




图 6-13 物质的三种形态——固态、液态和气态。

对比 *组成物质的粒子的运动与物态之间有何联系？*

物质的三种形态

把一块冰放在手上会怎样？冰会融化。固态的冰和液态的水其实是同一种物质，那就是水。事实上，所有的物质都有三种不同的**存在形态(state)**，即固态、液态和气态。虽然从化学的角度讲，不同存在形态的同一物质的组成是相同的，但同一物质在不同物态下粒子的排列结构是不一样的。

固态 冰块、硬币、书以及上图所示的水晶都是固体。组成固体的粒子紧密地排列在一个相对固定的位置，它们不能离开各自的位置，只能在有限的空间内来回振动。这也正是固体能够保持一定形状和体积的原因。



液态 水、橙汁以及左图所示的钢水都是液体。组成液体的粒子也是相互紧靠在一起的，但它们彼此之间的结合并不像固体粒子那样紧密，因为液体粒子能够向周围运动。因此，液体没有固定的形状，但它有确定的体积。

气态 空气、氮气以及上面霓虹灯中所示的氖气都是气体。在气体中，粒子的运动速度很大，使它们不能紧密地结合在一起，气体会逐渐扩散开，直到充满所能到达的整个空间，它们没有固定的形状和体积。

物态变化

物质从一种形态转变为另一种形态称为**物态变化(change of state)**。物态变化可以发生在固态与液态之间，也可以发生在液态和气态之间。

物态变化主要取决于物质所拥有的热能。物质拥有的热能越多，它的粒子运动的速率就越大。由于气体含有的热能比液体多，所以同一物质在气体状态下粒子的运动速率要比在液体或固体状态下大。液体中粒子的运动速率比固体中的要大。

随着吸热或放热，物质能够从一种状态转变成另一种状态。图6-14是晶体物态变化图象，横轴表示热能的增加，纵轴表示温度变化。由图可知，随着热能的增加，物质从固态变为液态，再变为气态。反之，随着热能的减少，物质从气态变为液态，再变回固态。

图中的水平线表示晶体的热能发生了改变而温度保持不变，这时晶体正从一种形态转化为另一种形态。在物态变化过程中，晶体热能的增加与减少改变了粒子的排列结构，但粒子的平均动能没有改变。因为，粒子的平均动能是由温度决定的，而物态变化时，温度并没有发生变化。

语言艺术 链接

看看周围的世界，你能观察到处于不同形态的各种物质。你也能观察到物质从一种状态到另一种状态的变化过程。

阅读 DIY

拿一张纸记下你观察到的物质从一种状态转变为另一种状态的过程。下面是一些你可以选择观察的对象：一杯放有冰块的柠檬汽水、冬天结冰的池塘、温度很高的路面上的一滩水、炉子上正在加热的水或者沙漠中的雨滴。把你看到的、闻到的、摸到的、尝到的，还有听到的全都记录下来。

固态和液态之间的变化

图6-14左下部分表明的是晶体固态和液态之间相互转化的情况，也就是我们通常所说的熔化和凝固。

熔化 从固态变为液态称为**熔化(melting)**。固体获得热能就会熔化。随着固体热能的增加，粒子的固定结构遭到破坏，粒子就会向四周做不规则运动。晶体从固态转变到液态时的温度叫做晶体的**熔点(melting point)**。

想一想 *什么叫物态变化？*

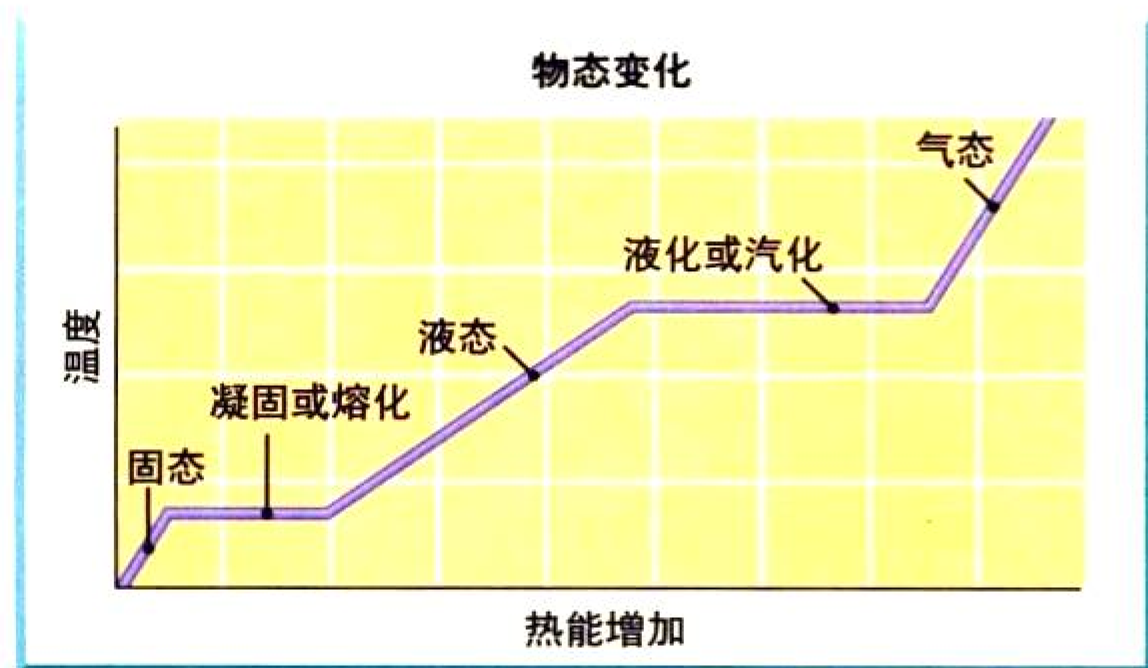


图6-14 本图所示的是晶体从一种状态变为另一种状态时热能与温度的关系。

增进技能

观察

活动

把茶壶放在火炉上，把壶中的水烧开。仔细观察从茶壶嘴里冒出来的蒸汽。

注意：*蒸汽和沸水都容易烫伤手。*

你看到的蒸汽是什么状态？在蒸汽和壶嘴之间确实存在但肉眼又看不见的东西是什么？

凝固 物质从液态变为固态称为**凝固(freezing)**。液态物质放热会发生凝固。物质从液态变为固态(晶体)时的温度称为**凝固点(freezing point)**。对于同一种物质，它的凝固点和熔点是相同的，惟一不同的是当时物质所含的热能是在增加还是在减少。

凝固过程伴随着热量的放出，这也正是天冷时农场主让他的工人给橘子树喷水的原因。因为液态水在结成冰的过程中会释放出热量，这样一来橘子就可以获得其中的一部分热量，从而避免被低温冻坏了。

液态与气态之间的变化

图6-14的右上方表示的是物质在液态和气态之间相互变化时的情况，这些变化也就是我们通常所说的汽化和液化。

汽化 物质由液态变为气态称为**汽化(vaporization)**。在这一变化过程中，液体中的粒子由于吸收了热量，运动速率加剧，最终脱离液体成为气体粒子。

我们把只发生在液体表面的汽化称为**蒸发(evaporation)**。在高温状态下，液体的内部也会发生汽化，这一过程称为**沸腾(boiling)**。当液体沸腾时，形成于液体内部的气泡就会上升到液体表面。液体沸腾时的温度叫做此液体的**沸点(boiling point)**。

液化 你一定看到过装有冷饮的玻璃杯外面的水珠或是你淋浴之后浴室墙上、镜子表面的水雾，这正是由于空气中的水蒸气遇到温度较低的墙壁或玻璃时释放热量而形成的。气体放热会变成液体，从气态变为液态称为**液化(condensation)**。



图6-15 傍晚时分，空气中的水蒸气开始液化。

应用概念 *结合有关概念，想一想：水蒸气液化过程中是吸收还是放出热量？*



图6-16 桥梁接合处以及人行道上的空隙都是为物质的热胀冷缩预留的空间。

应用概念 *当桥梁的温度升高时，桥梁接合处的空隙间距会发生什么变化？*

☑ ***想一想*** ***液体沸腾与蒸发有什么区别？***

热膨胀

瓶子的盖子拧得太紧了，很难打开。你是否曾往盖子上浇些热水从而顺利地打开盖子呢？之所以这样做，是因为热水能使金属盖子稍许膨胀。**一般物体，随着物质热能的增加，其中的粒子会扩散开来，物质因此也就发生了膨胀**。而且，即便物质的状态没有发生变化，同样遵循这一规律。物质受热时发生膨胀就称为**热膨胀(thermal expansion)**。

一般物体冷却时会放出热量，同时，粒子的运动速率也会减小，相互之间的距离相应缩小。所以当物质冷却时，它会发生收缩，即体积变小。

温度计 温度计就是利用热膨胀原理制成的，在液体温度计中，液态的水银或酒精被密封在一支玻璃管中。受热时，玻璃管中的液体就会膨胀，液面开始上升；遇冷时，液体就会收缩，液面也随之下降。

牙齿的膨胀 随着温度的变化，人的牙齿也会发生热胀冷缩现象。要是牙齿被蛀坏了，用来补牙的材料必须与牙齿的热胀冷缩强度相适应。如果不是那样，那么填充进去的那部分东西要么把牙齿挤裂，要么就会脱落。因此牙医用来补牙的材料的热胀冷缩特性必须与牙齿相似。



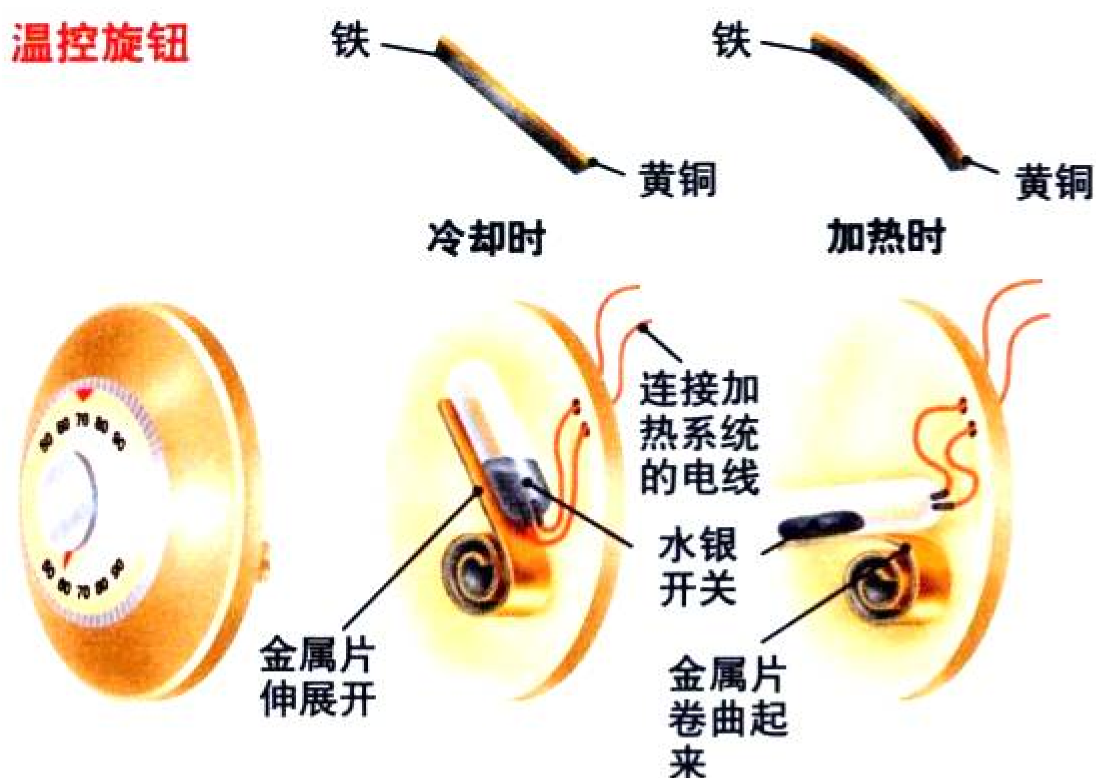


图 6-17 双金属片是许多自动调温器的重要组成部分。当温度下降时，金属片就会伸展开，合上开关，启动加热系统。
因果推断 *是什么引起双金属片伸展卷曲的？*

温控旋钮 热胀冷缩原理被广泛应用于**温控旋钮(thermostat)**和热控制装置中。许多温控旋钮中都有由两种不同的金属薄片组成的**双金属片(bimetallic strips)**构件。由于不同金属的热膨胀强度不同，当双金属片受热时，双金属片两面的膨胀速率不一致，于是双金属片就会卷曲起来。

双金属片的运动控制着一个开关。要是开关的另一头与熔炉或其他加热系统相连，那么温控旋钮就成了控制相关装置的开关了。除了家庭供暖系统，温控装置被广泛应用于诸如空调、烤箱、烤面包机以及电热毯上面。



第三节复习

1. 热能的变化如何引起物态变化？
2. 什么是热膨胀？
3. 在物态变化时，物体的温度发生了什么变化？热能又发生了什么变化？
4. 温控旋钮是如何运用热胀冷缩原理的？
5. **理性思维** **应用概念** 为什么厨师建议在烤马铃薯之前，先在马铃薯上戳个洞？

身边的科学

把两个中等大小的气球吹成一样大，让你的家人用卷尺测量一下球的圆周长，然后把其中的一个气球放进冰箱。过15～20分钟后，把气球从冰箱中取出，再测量一下两个球的圆周长。**解释**气球所含热能的变化对其圆周长的影响。

SECTION 4 热量的利用

探 索 **活 动**

打气筒怎么了

1. 找一个自行车打气筒、一个放掉气的篮球或足球。
2. 摸一下打气筒，注意感觉一下摸上去是冷是热。
3. 用打气筒给球打气，打到正常大小为止。



4. 停止打气后，立即摸一摸打气筒，看看有什么变化。

思考

推断 解释你观察到的结果。

阅读指南

◆ 热能与蒸汽机、冰箱有什么联系？

阅读提示 在学习本节之前，先浏览一下内燃机工作原理的示意图。提出问题，并在学习过程中逐一解答。

100多年以来，蒸汽机车一直是力量与速度的象征。它最早在19世纪30年代投入使用。不久之后，它就拖着数百上千吨的货物跑起来了，而且跑得比骏马还要快。然而到了今天，火车已经使用更加高效快速的柴油机车了，那些燃煤的蒸汽机车今后只能作为观光旅游的展品了。

热 机

为了驱动蒸汽机车，工人得不停地往锅炉里一锹锹地送煤炭，热量从火中传递到锅炉里的水。那么热量是怎样驱动火车的呢？

煤炭中的热能必须转化为火车的机械能，或者说是动能，来使火车前进。它与机械能转化为热能的过程正好相反。

要实现热能到机械能的转化，需要一种叫做**热机**(**heat engine**)的装置。蒸汽机通常利用燃烧产生的能量，**燃烧**(**combustion**)是指煤或汽油等燃料燃烧的过程。在燃烧过程中，储存在燃料中的化学能被转化为热能，热机又把热能转化为机械能。按照燃料燃烧发生场所的不同，分热机为内燃机和外燃机。



试一试

使劲摇



做功与温度之间有怎样的联系呢？

1. 将一把干燥的沙子放在一个带盖的金属容器中。
2. 用温度计测量沙子温度。
3. 盖上盖子，然后用力摇动容器1～2分钟。
4. 预测沙子温度是否会有变化，验证你预测的结果是否正确。

分类 确认其中发生的所有能量转化，解释所观察到的现象。

外燃机 在**外燃机**(**external combustion engine**)中，燃料在发动机之外的锅炉内燃烧。蒸汽机便是一种外燃机，它通过燃烧木材、煤炭和石油，把锅炉内的水加热。随着热能的增加，水转化为蒸汽。蒸汽通过进汽阀进入发动机，在那里蒸汽推动金属活塞。这样，活塞就在一个被称为汽缸的筒内来回移动。

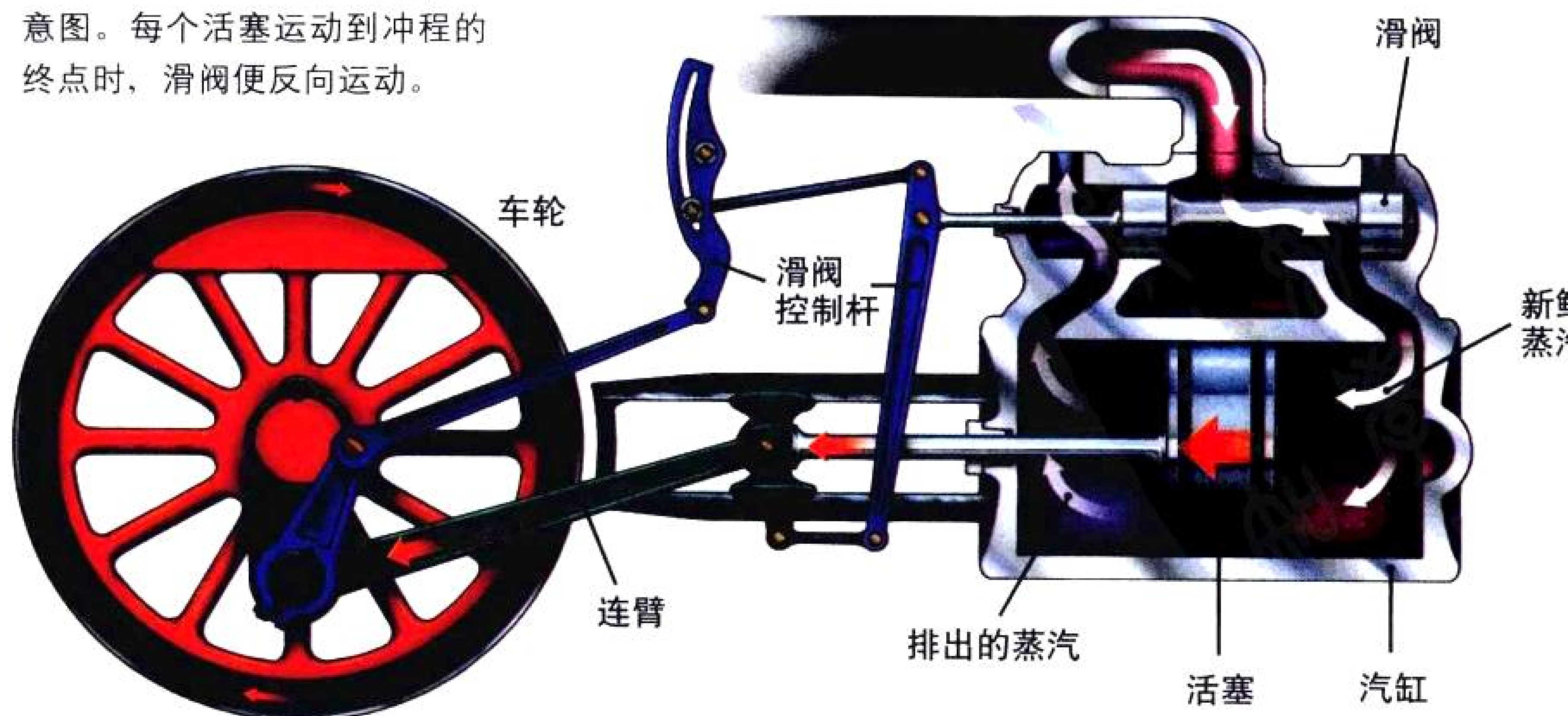
图6-18显示了蒸汽是如何驱动机车的。蒸汽从汽缸右侧进入汽缸，将活塞推至左端。接着蒸汽又进入到汽缸左端，将活塞推回。这种类型的外燃机也能驱动蒸汽船的螺旋桨。现代的蒸汽机的效率比老式的活塞蒸汽机要高得多，不过它们的原理相同，都是把热能转化成了机械能。

内燃机 在**内燃机**(**internal combustion engine**)中，燃料在发动机汽缸内燃烧。给大多数汽车提供动力的柴油机和汽油机都是内燃机。汽缸内活塞的上下运动，带动曲轴运动，曲轴的运动又带动了车轮的运动。

活塞每上(下)运动一次就称为一个冲程。大多数的柴油机和汽油机是四个冲程的发动机，如"探索四冲程发动机"中所示。汽车发动机经常有四个、六个或八个汽缸，每只汽缸都经历着"四冲程过程"，而且每秒重复多次。

☑ **想一想** ***燃烧过程中发生了什么？***

图6-18 这是蒸汽机的结构示意图。每个活塞运动到冲程的终点时，滑阀便反向运动。



探索 四冲程内燃机

大多数汽车使用四冲程内燃机。这四个冲程在内燃机的每个汽缸里重复进行。



吸气冲程

随着活塞向下运动，燃料和空气的混合气体被吸入汽缸。

压缩冲程

随着活塞向上运动，混合气体被压缩到一个较小的空间。

点火

当活塞快要到达汽缸的顶端时，火花塞点燃了混合气体。化学能被转化为热能，从而把气体加热。

做功冲程

气体受热膨胀，使活塞往下运动，带动了曲轴，从而把热能转化成了机械能。

排气冲程

接着活塞往上运动，把废气向外排出，给新的燃料和空气的混合气体预留了空间，使整个循环得以延续。





这辆赛车的内燃机有 8 个汽缸，它比左图中4缸的内燃机功率大。它们都属于四冲程内燃机。



图6-19 这幅图显示了电冰箱的基本构造。

图解 *冰箱是如何利用物态变化来冷却食物的?*

冰　箱

通过能量的转化可以实现食物低温保鲜，这听起来是不是有些奇怪？不管怎么说，热量总是从温度高的物体向温度低的物体单向流动。那么，怎样冷藏食物呢？冰箱能把内部低温空间的热能带到外部的高温空间去。或许你已经从冰箱低部排出的热风中感受到这种能量的传递了。

冰箱是一种利用外部能源把热能从低温区转移到高温区的装置。在你的冰箱中，这种能量是由一台电动机提供的。

此外，冰箱还需要一种制冷剂。气态的制冷剂受压缩后，压力与温度升高。这样，制冷气体就开始放出热量，这些热能随即被传递到冰箱外面的空气中。随着热能放出，制冷剂由气态转变成液态，液体于是开始汽化。汽化时，制冷剂温度逐渐降低。冷气体被泵入冰箱的散热管中吸收冰箱里的热量，于是冰箱内部的热能就被传递到散热管的冷气体中。这部分气体又回到冰箱的压缩机中，开始新一轮的循环。

空调的工作原理与上面叙述的一样，只不过它是把室内的热能转移到室外去，从而降低室内的温度罢了。



第四节复习

1. 什么是蒸汽机？
2. 描述冰箱的制冷过程。
3. 分解四冲程内燃机的循环过程。
4. **理性思维　对比**　热机分哪两类？它们有哪些相同的地方？又有哪些不同的地方？

课题 6

检查进度

做一个保温容器并完成相关的测试。当然，你得准备好铝罐以便在测试开始前能有东西装热水，在实验结束测出水的温度。

SECTION 1 温度与热能

知识要点

- 温度是组成物体的每个分子的平均动能的标志。
- 三种温标：华氏温标、摄氏温标以及开尔文温标（绝对温标）。
- 物体的热能是指组成该物体的所有分子的能量的总和。

关键术语

温度　开尔文温标
华氏温标　绝对零度
摄氏温标



SECTION 2 热量的性质

知识要点

- 热传递指热量从高温物体向低温物体，或物体高温部分向低温部分的传递过程。
- 热传递的方式有：传导、对流和辐射。
- 热的导体有良好的导热性，而热的绝缘体不容易导热。
- 物质的比热是指把单位质量的物质升高1℃所需的热量。

关键术语

热量　传导
对流　辐射
热的导体　热的绝缘体
比热

SECTION 3 热能与物态

与化学的综合

知识要点

- 物质有三种存在状态，即固态、液态和气态。随着本身所含热能的增加或减少，物质的状态相应发生变化。
- 当发生物态变化时，尽管物体的热能发生了变化，但温度始终保持不变。
- 一般情况下，物体受热膨胀，遇冷收缩。

关键术语

物态　汽化
物态变化　沸腾
熔化　沸点
熔点　凝结
凝固　热膨胀
凝固点　温控旋钮
蒸发　双金属片

SECTION 4 热量的利用

知识要点

- 热机把热能转化成能用来做功的机械能。
- 热机按燃料燃烧场所的不同而分为内燃机和外燃机。
- 冰箱把热能从低温区转移到高温区。

关键术语

热机　燃烧
外燃机　内燃机



活动

相 关 网 站

www.science-explorer.phschool.com

复习题

选择题

选择最佳答案。

1. 组成某一物体的粒子的平均动能的标志是该物体的______。
   a. 热量　b. 温度
   c. 比热　d. 热能
2. 有一质量2千克的钢块，若想知道把这一钢块温度提高10℃所需的总热量，你必须知道钢块的______。
   a. 温度　b. 热能
   c. 热容量　d. 比热
3. 热量从物体的一端传到另一端，这一过程称为______。
   a. 对流　b. 传导
   c. 辐射　d. 隔热
4. 气态变为液态的这种物态变化称为______。
   a. 蒸发　b. 沸腾
   c. 凝固　d. 压缩
5. 热机把热能转化成______。
   a. 化学能　b. 电能
   c. 机械能　d. 辐射能

判断题

如果叙述正确，就写“T”；如果错误，写“F”，并修改划线部分。

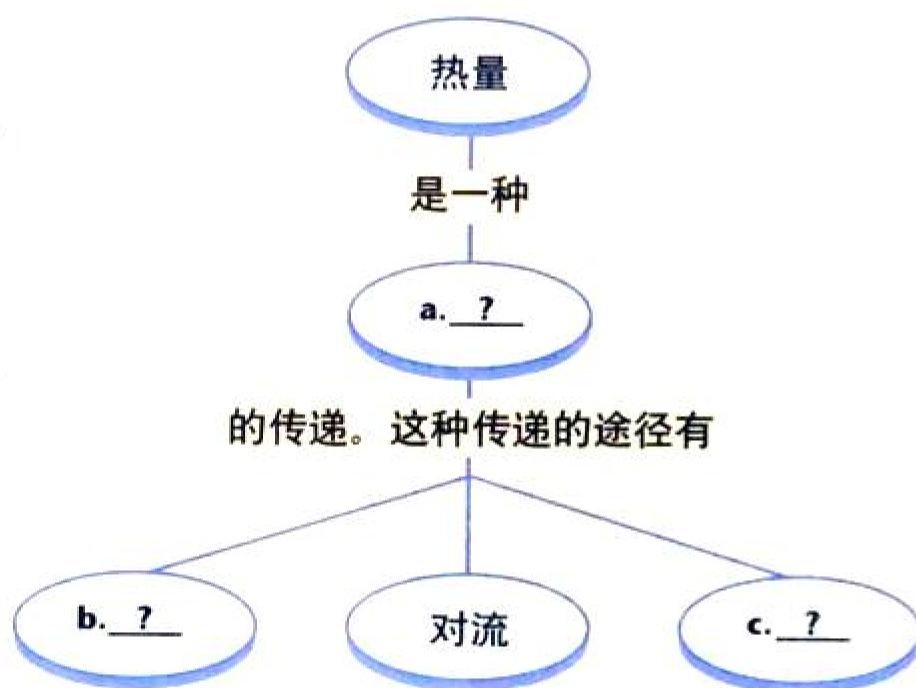
6. 热传递可以在真空中通过辐射进行。
7. 要减少热传递，你可以使用热的导体。
8. 当某一物体熔化时，它的温度随之升高。
9. 摄氏温标的零度就是绝对零度。
10. 在外燃机里，燃料是在汽缸内燃烧的。

简述题

11. 固体的热能增加时，它的分子会发生什么变化？
12. 把一杯水放在炉上加热时，会出现对流现象。请解释为什么会出现这种现象。
13. 如何在不提高物体温度的条件下，增加该物体的热能？
14. 钢水凝固时是吸收还是放出热量？
15. 描述温控旋钮是如何调节整幢楼房的室内温度？
16. 夏天夜幕降临时，气温下降了10℃，附近湖水的温度是否也会下降10℃？为什么？
17. **科技写作**　写一首诗，描写一下你对某一寒冷的冬日清晨或炎热的夏日傍晚的感受。

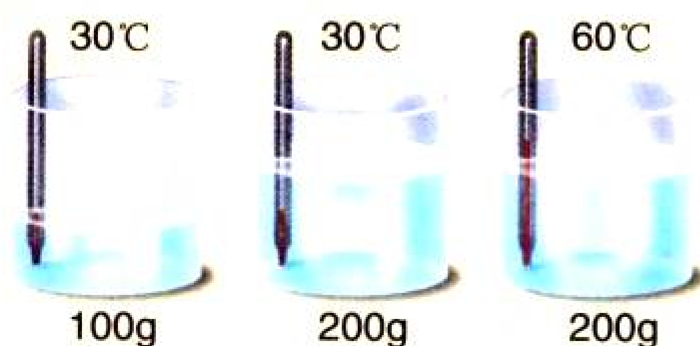
形象思维

18. **概念图**　把以下有关热能的概念图抄到另一页纸上，然后完成填空，并加上标题。（要获得更多有关概念图方面的知识，请参阅技能手册。）



运用技能

根据下图回答第 19 ~ 21 题。



19. 分析数据 比较三个杯中水分子的平均运动速率，并加以解释。

20. 得出结论 比较三个杯中热能的大小，并加以解释。

21. 计算 要使每个杯中的水温升高 1℃，分别需要吸收多少热量？（参见第 176 页上的图 6–10）列式计算。

理性思维

22. 因果推断 汽车在行驶1小时后，轮胎内气压为什么会发生变化？

23. 应用概念 假设你要翻动篝火中一块正在熊熊燃烧的木块，用金属棒好还是木棒好？请说出你的理由。

24. 解决问题 假设一支温度计中装有 2 克水银，要使温度计的读数由25℃上升到40℃，需要吸收多少热量？已知水银的比热为 140 焦/(千克 · ℃)。

25. 应用概念 电话挂了之后，电话线往下垂也不碍事。请问这是为什么？

26. 因果推断 一台冰箱被放在了一个小房间中。尽管冰箱的门是开着的，但房间并未因此而变凉爽。运用能量守恒定律解释，为什么房间温度没有降低。

第 6 章 复习

学 习 评 估

课题 5 总 结

成果展示 与同学讨论一下他们的设计。若有机会，仔细观察一下他们的设计并预测容器中的水温。把每个人设计的容器的起始温度记下，也包括你自己的。实验演示结束后，记下末温度。

思考与记录 利用观察记录回答下列问题：哪种隔热材料效果最好？哪种设计效果最好？

实践活动

在家中 从某种意义上来说，你住的房子就是一个绝热的容器。看一看你的房子有哪些地方会发生热传递。画一幅图，把所有这些地方在图上标出来。然后再画一幅图，标上减少热传递的改进方案。

桥——从藤蔓到钢铁



你可曾……

踩着树枝、木头摇摇晃晃地过河？

踩着石块过河？

借着藤条或绳索荡过河？

这些都曾是早先的人们用来越过障碍的办法。倒下的树、天然的石块和缠绕的藤条，都是桥梁的雏形。

桥梁是人们通过障碍物的一种简便方法。几千年来，桥梁曾是防御的要塞、角逐的战场、交易的市场和礼拜的教堂。历史上曾有多少与桥有关的爱情故事、千古之谜、盗世阴谋。桥梁连起了历史——把不同的城市、民族、王国连接起来，促进了贸易和旅游的发展。

然而当时的桥梁远没有现在这么精致复杂。最初的桥梁是用那些遍地都是、唾手可得的自然材料建造的。在森林深处，人们用小树搭成桥；在植被茂盛的热带地区，人们把草和藤蔓编织成越过江河、峡谷的通道。

无论采用的是什么结构和材料，桥梁都是对当时人们生活的社会的一种反映。四大文明古国，中国、埃及、古希腊、古罗马都曾设计建造了许多坚固优美的桥，把各自的王国连接起来，从而实现了有效的控制。

罗马境内的圣安耶拉大主教拱桥



桥梁的受力平衡

是什么使得桥梁不会倒塌？是什么使它们不仅能够支撑起自身的重力，还能承载住上面来来往往的行人、车辆？桥梁建造者们对桥梁受到的力进行分析后找到了这些问题的答案。

我们把桥梁本身的重力以及它承载的车辆、行人等的重力称为负载。当一辆笨重的车子通过一座梁桥时，在负载力的作用下，桥的横梁向下弯曲，从而在横梁底部产生了一个张力。同时，负载又在横梁上部产生了压缩力。

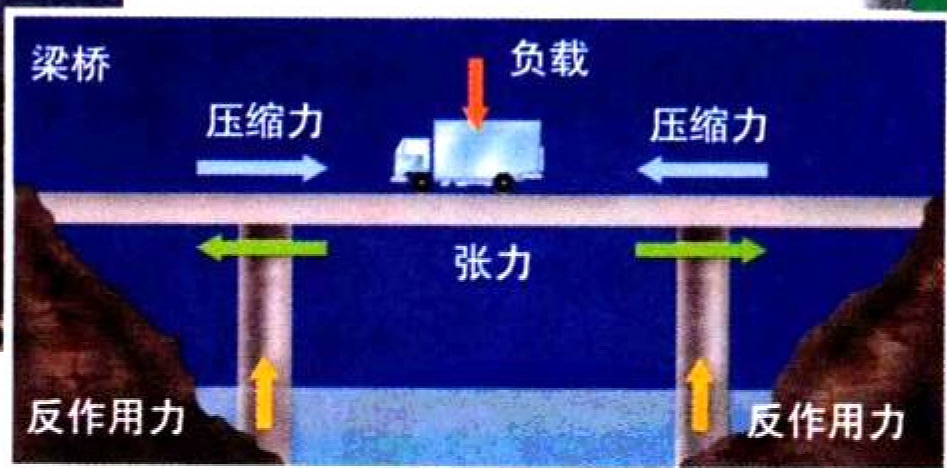
既然这座桥在负载力的作用下不会倒塌，那么就一定有一个向上的力来抵消它。在结构简单的梁桥中，桥梁建造师们直接把横梁的两端架在地面或桥台上。为了增加桥的跨度，他们又在桥中央建造桥墩。桥墩和桥台施加了方向向上的力，即反作用力。

另一种称为拱桥的桥压缩力很大。桥的负载对整座桥产生一个向内挤压的力，把石块挤压到一起。桥的拱部把受到的重力传递至拱形结构的两端，两侧堤坝与桥台则施加反作用力。

早期的桥梁专家发现，石拱桥的跨度比梁桥的要长，而且更坚固耐用。虽然石拱桥不是古罗马人首创，但古罗马人发展了这一造桥技术。古罗马人建造的石拱桥，造型浑厚、典雅，达到了登峰造极的程度。古罗马人在建造石拱桥的时候是不用“黏合物”——砂浆的。拱桥高超的设计结构使得每块石头都紧密地结合在一起。尽管经历了将近2000年的风风雨雨，有些古罗马时代建造的石拱桥依旧完好无损。中国著名的赵州桥，是公元590～608年所建。它全长50.82米，桥面宽约10米，跨径37.02米。在世界桥梁史上，赵州桥设计与工艺之新为石拱桥的典范，跨度之大在当时亦属创举。



自行车赛手们正骑着自行车通过苏格兰境内的一座梁桥。





科 学

桥梁史上的黄金时代

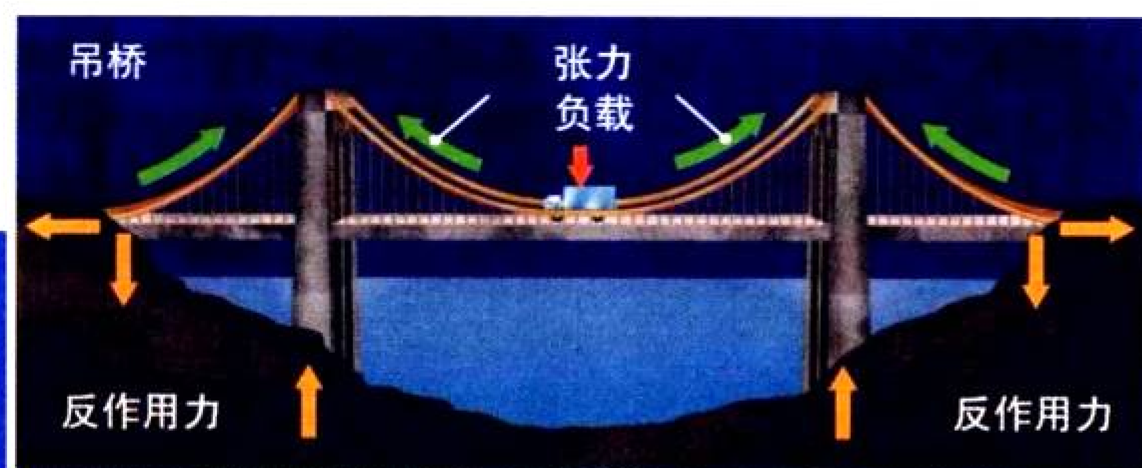
19世纪初的美国，随着蒸汽机车的发明和铁路的高速发展，需要建造更多的桥梁，而载重巨大的火车更需要坚固而平坦的桥梁，桥梁建造者开始使用铸铁来代替木头。到了19世纪后期，则开始广泛使用强度更好而质量相对小的钢材。

建材的变化不是桥梁建造的惟一变化。桥梁工程师开始尝试采用不同的设计结构，他们发现采用悬挂结构不仅能增加桥的跨度，而且桥也更坚固。

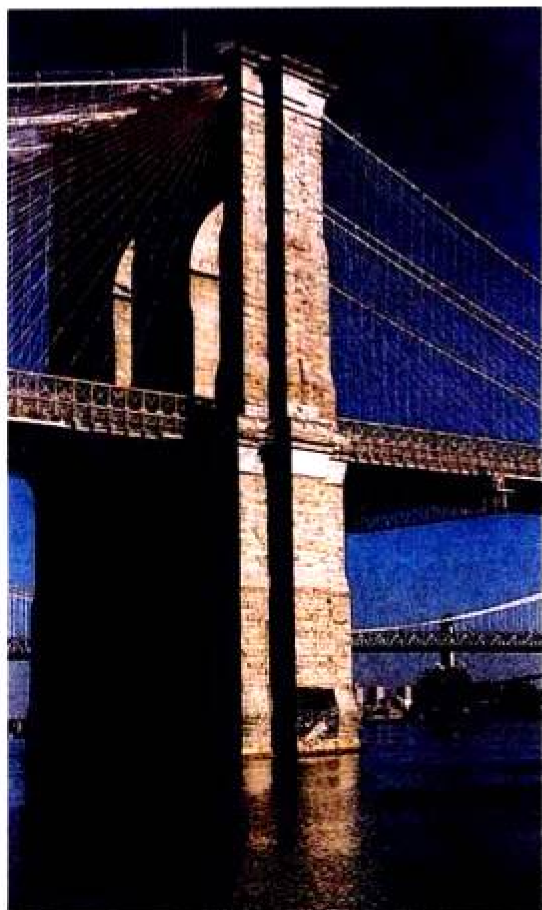
吊桥实际上就是热带地区那些又长又窄的藤条编织成的悬桥的现代版。那些简单的由藤条编织成的长悬桥能跨越更长的距离。走在这些桥上就像是走在一根绷紧的绳子上，人和动物的重力压在绳子的上面，把绳子拉长从而产生了张力。

现代的吊桥使用的原理与那些由藤条编织起来的悬桥是相同的。吊桥具有很大的张力。在吊桥中，几根平行的钢缆架在巨大的桥塔上横贯整座桥，两端则固定在桥台上。桥面则通过拉索悬挂在钢缆上，桥的负载压在钢缆上，产生张力。

桥塔支撑着整座桥，固定钢缆的桥台则施加反作用力，桥受到的各种力得以平衡，从而使得桥梁屹立不倒。



今天的布鲁克林大桥



从布鲁克林大桥四条主钢缆上悬挂下来的细一些的钢缆，每条都由扎成七小股的49条钢丝构成。

一个伟大的工程奇迹

1883年布鲁克林大桥建成通车，成为当时世界上最长的吊桥——此前跨度最大的桥也只有它的一半。大桥把布鲁克林和曼哈顿连接了起来。然而，当初有人建议建造这样一座桥的时候，人们都觉得那是不可能做到的事情。

在19世纪中期，许多住在布鲁克林的人每天都得到东河对岸的曼哈顿上班，而轮渡是当时惟一的选择。每到冬天，海湾里气候恶劣，巨浪滔天，而且常常结冰。这使得轮渡非常危险。1868年，约翰·奥古斯都·罗布林，一位德裔工程师，受雇在两岸之间建造一座桥。

工程天才罗布林设计了一座吊桥，四根主钢缆架在两座巨大的花岗岩桥塔上。罗布林是第一个用坚固而富有韧性的钢索替代铸铁来建造桥梁的设计师。

按照罗布林的设计方案，主钢缆的直径达40厘米，由5 300多根钢丝组成。主钢缆安装到位后，1 500多根用来支撑桥面的相对细一些的钢索被逐一固定到主钢缆上。这是何等复杂而巨大的工程！难怪当时的人们不相信工程能够完成。

要把如此重的钢缆架上桥塔几乎是不可能的。桥梁建造者只好把钢丝在东河上来来回回地折。你要知道，组成一条钢缆的钢丝的长度就达5 624千米！为了编织主钢缆，罗布林发明了一个运动滑轮，滑轮能够牵着钢丝往返于河的两岸，这一发明沿用至今。



科学活动

把学生分成几小组来做建造吊桥的实验。所需的材料：两张椅子、一块木板、绳子以及书本若干。



- 把两张椅子背对背地放着，在椅子的靠背上拉两根绳子，两端叫学生用手拉住。
- 接着在两根长绳之间系上三截绳子，然后在上面放上一块木板。
- 叫学生紧紧抓住绳子的两端，然后往木板上加书，看看究竟能够堆多少书。为什么绳子的两端必须叫人拉紧？

克服重重困难

当约翰·罗布林在1868年受雇建造布鲁克林大桥的时候，他已经是一位经验丰富的吊桥工程师了。自从1855年以来，他一直从事吊桥的设计工作。

1869年，在桥即将开工建造之际，约翰·罗布林死于一次桥梁建设事故。万幸的是，他已经完成了布鲁克林大桥的全部设计工作。他的儿子科勒尔·华盛顿·罗布林，一位非常出色的工程师，接过了父亲未竟的事业，按照父亲的设计开始建造大桥。

大桥的建设已经进入第14个年头，有将近30多人死于各类事故。科勒尔·罗布林自己也落得终身残疾，只能在家中指挥工程建设。科勒尔·罗布林拿着望远镜跟踪工程的每个细节。他精力充沛、卓越非凡的妻子，爱米莉·沃伦·罗布林，在耳濡目染中已经学会了工程方面的原理。





罗布林一家的献身精神确保了布鲁克林大桥建造的
左：约翰，中：华盛顿，右：爱米莉。

正是她把科勒尔·罗布林的指令解释给建筑工人，让他们遵照执行。

桥塔完工之后，建筑工人开始把钢丝在东河两岸来回拉，钢丝架设到位后就得开始编织了。但是，主钢缆架得实在太高了，工人们吓得都不肯爬上去工作。最后，技工总管弗兰克·法林顿坐在一只顶部装有一滑轮、悬挂在一根绳子上的篮筐中开始了编织工作。

法林顿在人们的惊叹声中完成了一个来回，是古往今来最伟大的“荡秋千者”。吃了定心丸的工人们重新开始了工作，工人们花了两年多的时间才完成这项工作。布鲁克林大桥被看成是当时工程史上的伟大奇迹之一。

总之，如果没有罗布林一家的执着与献身精神，布鲁克林大桥工程是不可能建成的。布鲁克林大桥成了日后成百上千座吊桥建设中模仿的典范。



正在建造布鲁克林大桥的工人

社会研究活动

你觉得布鲁克林大桥对纽约人的生活有什么影响？把学生分成几组，研究另外一座著名的大桥。把你的研究成果连同照片和图纸展示给你的同学，弄清楚：

- 桥是何年何月为何而建的？
- 是哪一类型的桥？
- 桥建成后对当地人的生活带来的影响，包括贸易、交通和人口迁移等方面。
- 当地的地貌环境对大桥建设有什么影响？
- 与大桥有关的事件有哪些？

组约时报　　1883年5月25日

两个伟大的城市从此连在了一起

布鲁克林大桥昨天顺利开通，宜人的天气更是招来了无数来自四方的游客，如织的人流几乎阻断了交通，那些手握参加开幕典礼票子的人费了九牛二虎之力才走上大桥。每幢房子的房顶上、窗户边都挤满了观看的人，一帮敢于冒险的家伙居然爬上了电线杆。维护秩序的警察为了留出一片开幕式用的空地给弄得精疲力竭。



这幅画描绘了1883年布鲁克林大桥开通仪式上那场烟花大会的盛况。

大桥前的仪式一结束，来自布鲁克林大桥的游行队伍立即改变队形向科勒尔·罗布林的住所前进。科勒尔·罗布林拿着望远镜站在二楼的书房里，注视着游行队伍从纽约一侧往布鲁克林桥塔行进。爱米莉·沃伦·罗布林扶着丈夫，接受那一份属于她的荣誉。

大桥两侧的街道上几无立锥之地。许多人坐在渡轮上来来回回地走，以免错过如此盛大场面的一丁点。河边所有的船几乎都被改造成了观礼平台。

晚上8点，随着第一束烟花从桥的正中央射入夜空，大桥开通仪式的最后一项正式开始了。到9点钟结束的时候，总共施放了500枚烟花。河的两岸被烟花照得如同白昼，游艇和小船上点燃的烟火照亮了河面。

语言艺术活动

记者写文章的目的是给读者及时准确的信息和赏心悦目的文采。取一个引人注目的标题，然后告诉读者事件的真相，包括：什么事情，发生在何时、何地，都有哪些人，为什么，是怎么回事。

假设你是校报的一名记者。写一篇关于当地一桥梁开通的报道，可以是高速公路、高架桥，也可以是跨越河流、峡谷或铁路的桥梁。

- 你的文章中必须包括第一段提到的六个内容。
- 加入一些有趣的花絮和细致的描写。

桥梁几何

19 世纪初，随着铁路运输的增长，桁架桥越来越普遍。桁架桥在设计上通过增加一些垂直和对角桁条来达到加固的目的，因此桁架桥实际上是一种加固了的梁桥。许多早期建造的桁架桥承受不了火车的重压，因此，不久以后，铸铁和钢材建造的桁架桥开始逐渐替代木桁架桥。

在以三角形作为基本结构的基础上，工程师们开始尝试更多的关于桁架桥的科学设计。要承受住火车的重力和行驶过程中连续的振动，精确设计非常关键。就像其他结构的桥梁一样，钢质桁架桥的每一根构件都必须经过仔细的测量，包括它们的长度、宽度、裁剪角度、结合部位和固定点，而且还必须精确地安装到该安装的部位。

不同几何图形的受力图



单个三角形 在桁架桥中单个三角形是最坚固的，因为三角形非常稳定，不易变形。



三角形 在桁架桥中，三角形结构以相对较轻的自重承受住巨大的载荷。



四边形 四边形就比不上三角形稳定有力。

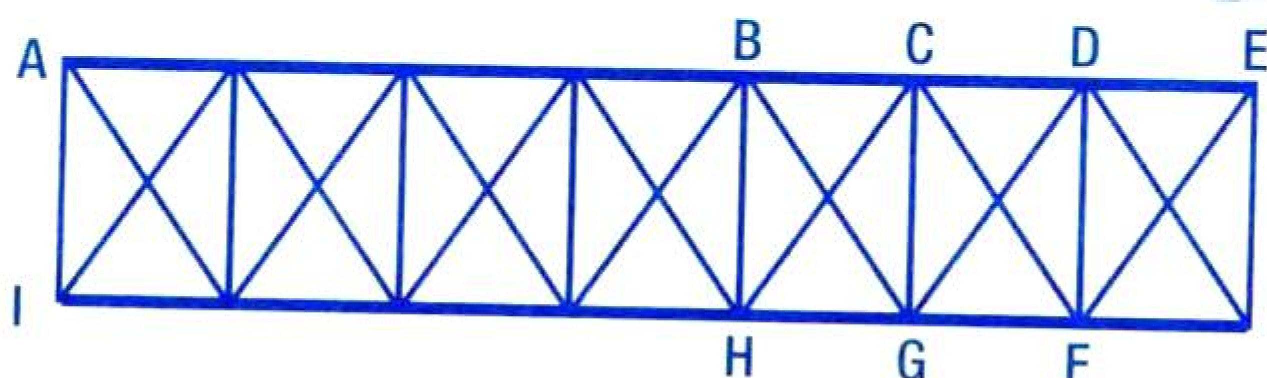


平行四边形 在巨大的载荷的重压下，四边形会变成平行四边形。

仔细看一下桁架结构的样式。在桁架桥的设计图中，工程师们使用了各种几何图形结构。

位于新墨西哥州里奥格兰德峡谷上的桁架桥

数学活动



桥梁建设总工程师叫你画一张桁架桥的设计图。你能不能成为一个出色的助手，回答一下下面的这些问题你就知道了。

1. 图中哪些是平行线？
2. 哪些是交叉线？
3. ABHI 四点形成的是什么图形？
4. HCF 三点形成的是什么图形？
5. BGF 形成的角是钝角还是直角？
6. CHG 形成的角是什么角？
7. BHG 形成的三角形是什么三角形？
8. 为什么三角形比正方形更稳定？

连在一起

跨越鸿沟

把学生分成几个小组，用装通心粉的盒子和胶带纸制作桥梁的模型。当其中的一个小组选定了制作的款式后，大家就聚在一块商量一下。造出来的桥必须能够承受住一块砖的重力。你可以选择制作：

- 梁桥
- 桁架桥
- 拱桥
- 吊桥

完成设计草图后，给组里的每个成员分配任务。然后：

- 决定桥的跨度；
- 测量、裁剪使用的材料；
- 制作梁桥、桁架桥和吊桥的桥面；
- 制作拱桥的桥面。

桥制作完成后，展示给全班同学。然后往桥上放砖块，测试一下桥面的强度。讨论一下不同类型的桥的不同特点。看看哪种桥最牢固。

像科学家那样思考

也许你没有意识到，其实你每天都在像科学家那样思考。当你提出一个问题，并去寻找各种可能的答案时，会用到许多科学家们也在使用的技能。下面就来介绍其中的一些技能。

观 察

当你用一种或多种感官去搜集有关这个世界的信息时，就是在**观察(observe)**。聆听狗的叫声，数十二颗绿色的种子，或是闻飘来的气味都是在进行观察。科学家们为了提高他们感官的灵敏度，有时还需要使用一些辅助工具，比如显微镜、望远镜等，使观察更为详尽。

观察必须真实和准确，即必须如实反映所感知的事物。在探索科学时很重要的一点，就是要把观察到的内容仔细地记录在笔记本上，可以通过文字描述或者绘图等多种形式。通过观察得到的信息称为证据，或者说是数据。

推 论

当你对观察到的现象做出解释时，就是在做出**推论(infer)**，或者说进行推理。例如，当听到你家的狗在“汪汪”直叫时，你可能会推想有人正在你家门外。要做出这个推论，你需要把现象——狗叫声——以往的经验知识，即当有陌生人接近时狗往往会叫——结合起来。只有这样，才能得出符合逻辑的结论。

要注意，推论不一定就是事实！它只是对现象的多种可能解释中的一种。比如你的狗也可能因为想出去散步而直叫。哪怕是根据正确观察和逻辑推理而做出的推论，最后仍然可能会发现它是错的。要证明推论正确，惟一方法就是再进行进一步的调查。

预 测

气象预报会对第二天的天气做出许多预测——温度将会是几度、是否会下雨、风力有几级。预报员用观察和关于气象变化的知识来预测天气。这种**预测(predication)**技能实际上是根据现有证据和既往经验对将来的事件做出推论。

由于预测是推论的一种，所以它也有可能会出错。在上科学课时，你可以通过实验来检验预测的正确性。例如，假定你预测大的纸飞机能比小的飞得更快，那么该怎样来检验你的预测呢？



活动 看这张照片，回答下列问题。

观察 仔细看照片，然后列出至少三条观察到的信息。

推论 通过观察，对所发生的事情作一推论。你是用了什么经验或者知识来做出这一推论的？

预测 预测接下来会发生什么。你的预测是基于什么证据或者经验的？

分类

你能想像在一个排列无序的图书馆里寻找一本书是怎样一种情形？恐怕你一整天时间都得花在找书上了。幸运的是，图书管理员会把相同主题或者同一个作者的书归类到一起。把某些特征相似的物体归类到一起的方法称为**分类(classify)**。你可以根据大小、形状、用途和其他一些重要特征来进行分类。

科学家们也像图书管理员一样，用分类的方法把信息或者事物有序地组织起来。对事物进行分门别类以后，它们互相之间的关系就变得清晰易懂了。



活动 根据你所选择的一种特征，把照片中的这些水果分成两类。然后再选择另一种特征，把它们分为三类。

建立模型

你是否曾经用过画图的方法来帮助别人理解你所说的意思?这样的图画就是一种模型。模型是用来显示复杂事物或过程的表现手段。如图画、图表、计算机图像等。**建立模型(making model)**能帮助人们理解他们无法直接观察到的事物。

科学家们经常用模型来代表非常庞大或者极其微小的事物，比如太阳系中的行星、细胞的细微结构等。这些模型是物理模型——能直观反映真实物体形状的图画或三维结构。另外还有一些抽象模型——能描述事物活动规律的数学方程式或者描述性文字。

活动 这个学生在用模型来演示地球上的昼夜是怎样产生的。请问模型中的手电筒和网球分别代表什么?

交流

当你在打电话、写信或听老师讲课时，都是在进行交流。**交流(communicate)**就是与其他人交换看法、分享信息的过程。有效的交流需要许多技能，包括听说读写以及建立模型的能力。

科学家们通过交流来了解彼此的研究成果、信息和想法。他们经常通过科学期刊、电话、书信以及互联网络来交流他们的工作。他们还通过参加各种学术会议来交换看法。

活动 在一张纸上详细清楚地写下你系鞋带的各个步骤，然后与你的同学交换，再按照他写的步骤来系鞋带。你能按他的方法系好鞋带吗？如果要把步骤说明得更清楚些，你的搭档还应该再做哪些改动?

动手测量

当科学家们进行观察时，仅仅得出结论说某件东西“大”或者“重”是不够的。他们必须用工具来测量这个东西究竟有多大或多重。通过测量，科学家能把他们的观察结果表达得更为精确，在交流时就能给出更多的信息。

使用国际标准计量单位

全世界科学家通用的标准计量系统是**国际标准计量单位(International System of Units，简称SI)**。SI的单位使用方便，因为它们都是十进制的。每一个单位都是它下一级单位的十倍，同时也是上一级单位的十分之一。右表中列出了SI单位最常用的一些前缀。

SI单位的常用前缀

前缀	符号	含义
kilo-(千)	k	1 000
hecto-(百)	h	100
deka-(十)	da	10
deci-(分)	d	0.1(十分之一)
centi-(厘)	c	0.01(百分之一)
milli-(毫)	m	0.001(千分之一)

长度　衡量长度或者两点间距离的单位是**米(meter，简写m)**。1米大约是从地板到门把手的距离。较长的距离(比如两个城市之间的距离)要用**千米(kilometer，即公里，简写km)**来衡量。较短的距离则用**厘米(centimeter，简写cm)**或**毫米(millimeter，简写mm)**。科学家通常用米尺来测量长度。

常用换算

1km = 1 000m
1m = 100cm
1m = 1 000mm
1cm = 10mm

活动

图中米尺上的长线表示厘米刻度，没有标数字的短线表示毫米刻度。这个贝壳有几厘米长？相当于几毫米？



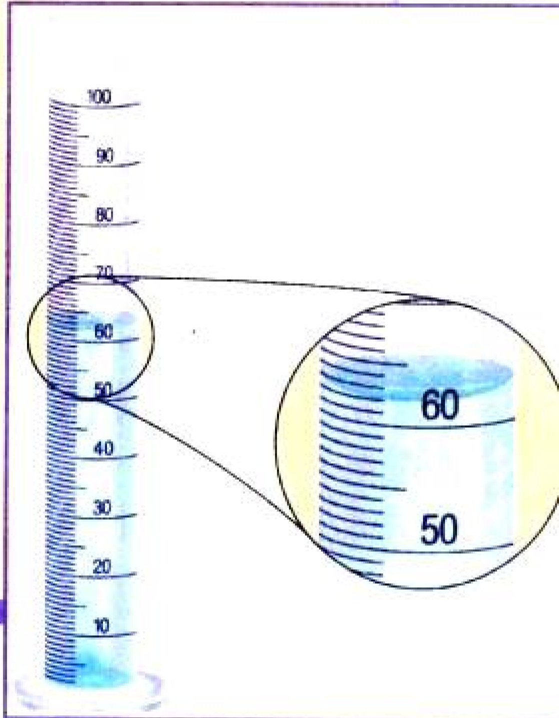
液体的体积　液体的体积，或者说液体所占空间的大小以升(liter，简写L)为单位。一升大概相当于一个中等盒装牛奶的大小。较小的体积往往以毫升(milliliter，简写mL)为单位。科学家通常用带有刻度的量筒来测量液体的体积。

常用换算

1L = 1 000mL

活动

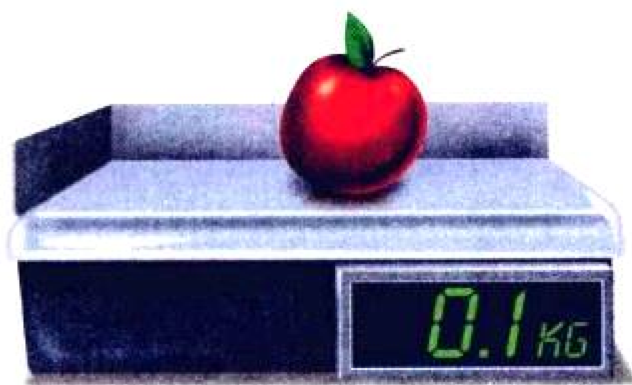
图中的量筒以毫升为刻度。注意，量筒中的液面总会有一个弧度，因此又叫做凹面。测量体积时必须在凹面的最低点处读数。问这时量筒中水的体积是多少？



质量 测量质量(一个物体中物质的量),需要用到的单位是**克(gram,简写g)**。1克大约是一个回行针的质量。较大的质量要以**千克(kilogram,简写kg)**为单位。科学家通常用天平来测质量。

常用换算

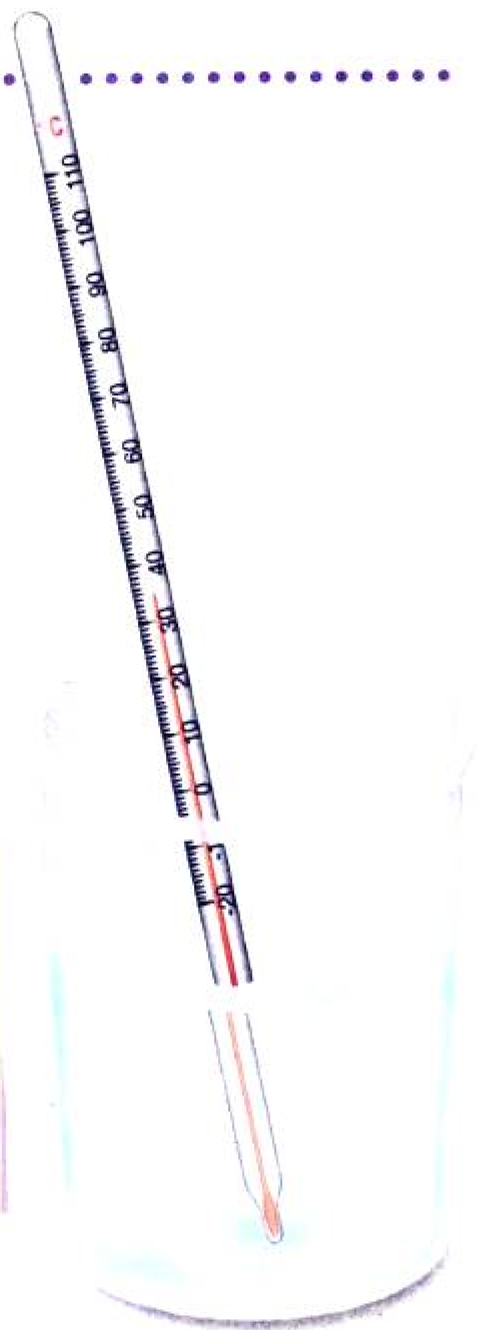
1kg = 1 000g



活动

图中测量苹果质量的电子天平的单位是千克。请问这个苹果的质量是多少?假设制作一种苹果酱需要一千克苹果,那你大约会需要几只苹果?

温度 测量物体的温度需要用到**摄氏度(Celsius-scale)**。用摄氏温度计来测量物体温度就可以得到以摄氏度(℃)为单位的数值。水在0℃结冰,在100℃沸腾。



活动

图中液体的温度是几摄氏度?

SI单位的换算

使用SI单位必须懂得如何进行单位之间的换算,这需要用到**计算(calculating)**的技能。SI单位的换算与人民币元角分之间的换算是相似的,它们都以十进制为基础。

假设你要把80厘米换算成米,可以按照以下步骤进行换算。

1. 先写下要换算的测量数据——在本例中是80厘米。

2. 然后写出换算系数,代表要换算的两个单位之间的关系。在本例中,关系式为1米=100厘米。将换算系数用分式来表示,注意把要转换的单位(在本例中为厘米)写在分母上。

3. 把要换算的测量数据与这个分式相乘。这样,原来数据的单位就与分母上的单位相消。其结果的单位就变成你想要换算成的单位了(本例中为米)。

例:

80厘米 = ___?___米

$$80\text{厘米} \times \frac{1\text{米}}{100\text{厘米}} = \frac{80\text{米}}{100} = 0.8\text{米}$$

活动

换算下列单位

1. 600毫米 = ___?___米
2. 0.35升 = ___?___毫升
3. 1 050克 = ___?___千克

科学研究

从某种角度来说，科学家们就像侦探一样，把各种线索拼凑起来弄清事情的来龙去脉。他们收集线索的途径之一就是开展科学实验。实验能够审慎、有序地检验科学家的想法。虽然并不是所有的实验都遵循相同的步骤和顺序，但其基本模式大多与下列所描述的相近。

提出问题

实验是从提出一个科学问题开始的。科学问题是指能够通过收集数据而回答的问题。例如，“纯水和盐水哪一个结冰更快？”就是一个科学问题，因为你可以通过实验收集信息并给予解答。

提出假设

第二步是提出一个假设。假设是对实验结果的预测。和所有的预测一样，假设是建立在观察和以往的知识经验上的。但与许多预测不同的是，假设必须能够被检验。严格的假设应该采用“如果……，那么……”的句式。例如，“如果把盐加入纯水中，那么这水会需要更长的时间才能结冰”就是一个假设。这样的假设其实就是对你要进行的实验的一个粗略概括。



实验设计

接下来需要设计一个实验来检验你的假设。在计划中应该写明详细的实验步骤，以及在实验中要进行哪些观察和测量。

设计实验时涉及到两个很重要的步骤，就是控制变量和给出可操作定义。

控制变量 在一个设计良好的实验中，除了要观察的变量以外，其余变量都应始终保持相同。**变量(variable)**是指实验中可以变化的因子。其中人为改变的因子称为自变量又称**自变量(manipulated variable)**。在这个实验中，往水里加盐的量就是自变量。而其他的因子，比如水的量、起始的温度，都应保持不变。

随着调节变量变化而变化的因子称为**因变量(responding variable)**。因变量是为了得到实验结果而需要观察或测量的指标。这个实验中应变量就是水结冰所需要的时间。

除了一个因素以外，其余因素都保持不变的实验叫做**对照实验(controlled experiement)**。绝大多数对照实验都要设立参照，本实验中的容器3就是参照。由于容器3中的水没有加盐，因此就可以拿另外两个容器的结果和它作比较。两者结果之间的差别，都可以归结为是加入了盐的缘故。

操作性定义 设计实验的另一个重要方面就是要有清楚的操作性的定义。**操作性定义(operational definition)**是指一个说清楚某个变量该如何进行测量，或者某个术语该如何定义的陈述。例如本实验中，如何来确定水是否结冰呢？你可以在实验开始前向每个容器中插入一根搅拌棒。对于“结冰”的操作性定义就是搅拌棒不能再移动的时候。

实验步骤

1. 在三个相同的容器中分别加入300毫升冷自来水。
2. 容器1中加入10克盐，充分搅拌；容器2中加入20克盐，充分搅拌；容器3中不加盐。
3. 把三个容器同时放入冰箱。
4. 每隔15分钟检查一下容器，并记录你的观察结果。

分析数据

实验中得到的观察和测量结果称为数据。实验结束时要对数据进行分析，看看是否存在什么规律或趋势。如果能把数据整理成表格或者图表，常常能更清楚地看出它们的规律。然后要思考这些数据说明了什么。它们能不能支持你的假设？它们是否指出了你的实验中存在的缺陷？是否需要收集更多的数据？

得出结论

结论就是对实验研究发现的总结。在下结论的时候，你要确定收集的数据是否支持原先的假设。通常需要重复好几次实验才能得出最后的结论。但得出的结论往往会使你发现新的问题，并设计新的实验来寻求答案。

活动

球反弹的高度是不是会受它落下的高度的影响？请按上述所说的步骤，设计一个对照实验来研究这个问题。

理性思维

你的朋友是否曾经就某个问题来征求你的意见？如果是的话，你也许已经通过逻辑的方式来帮助他理解问题了。也许你自己并没有意识到，你这样做其实就是在用理性思维的技能在帮助朋友。理性思维是指在解决问题和做出判断时使用推理和逻辑。下面就来谈谈一些理性思维的技巧。

比较与对比

当你想要寻找两件事物的相同和不同之处时，就需要用到**比较 (compare)** 与**对比 (contrast)** 的技能。比较是指找出相似性，即共同特征。对比是指找出不同点。用这种方法来分析事物能帮助你发现一些平时容易忽略的细节。



活动

将照片中的两只动物进行比较与对比。先列出你观察到的所有相似之处，再列出所有不同之处。

应用概念

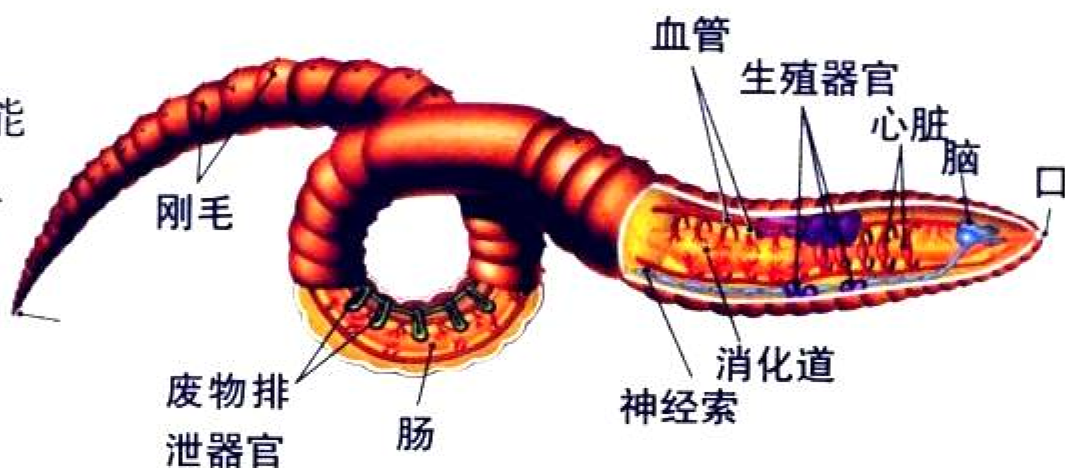
应用概念 (applying concept) 技能就是要用有关某一情况的知识来理解另一种相似的情况。如果你能把原来的知识活用到另一种情况，这表明你已经真正理解了这个概念。在考试时，即使题目和原来课堂上讲的不完全一样，你也可以用这个技巧来应对自如。

活动

前面刚刚学过，如果把其他物质掺入水中，结冰就会需要更长的时间。请用这个原理来解释，为什么冬天人们要把一种称为“抗冻剂”的物质加入汽车散热器里。

理解图表

教科书中的图表、照片和地图能帮助你理解课文。这些插图形象地显示了某些过程、位置或者想法。**理解图表 (interpreting illustration)** 技能可以帮助你从这些视觉元素中学到知识。要理解一张插图，必须多花一些时间仔细看插图和附带的所有文字信息。插图的说明含有图中的重要概念。图注指出了图中的关键部分。而图例则说明了图中各种符号的含义。



▲ 蚯蚓的内部解剖结构

活动

仔细研究上图，然后写一段话来描述你从图中得到的信息。

因果推断

如果一个事件能导致另一个事件发生，那么就说这两者之间存在因果关系。**因果推断 (relating cause and effect)** 技能就是要判断两个事件之间是否存在因果关系。例如，如果你发现皮肤上起了一个红肿块并且发痒，你就可能推理出这是被蚊子叮咬的。蚊子叮咬是因，肿块是果。

但是有一点很重要——不能光凭两个事件一起发生，就判断它们之间存在因果关系。科学家会通过实验或者根据以往的经验，来判断因果关系是否存在。

> **活动** 在野营时，你的手电筒突然不亮了。试列出手电筒失灵可能的原因。你怎样来判断是什么原因导致手电筒不亮的？

归 纳

归纳 (making generalization) 是指根据局部信息来推断总体信息的技能。要做出正确的归纳，从总体中选出的样本就必须足够大而且具有代表性。你在买葡萄时就可以试着使用归纳技能。先拿几颗葡萄来尝一尝，如果都很甜，就能归纳出所有的葡萄都是甜的——这时就可以放心地买上一大串了。

> **活动** 有一组科学家要判断某个大水库里的水是否可以安全饮用。这时可以应用归纳法吗？他们应该做些什么？

做出判断

做出判断(making judgment)就是评估某件事情的好坏对错的技能。例如，在你决定吃健康食品或在公园里捡起一张废纸时，就用到了判断。做出判断前，需要全面地考虑到事情的正面与反面，并明确自己持有什么样的价值观和标准。

> **活动** 你认为儿童或青少年骑自行车时是否应该带头盔？为什么？



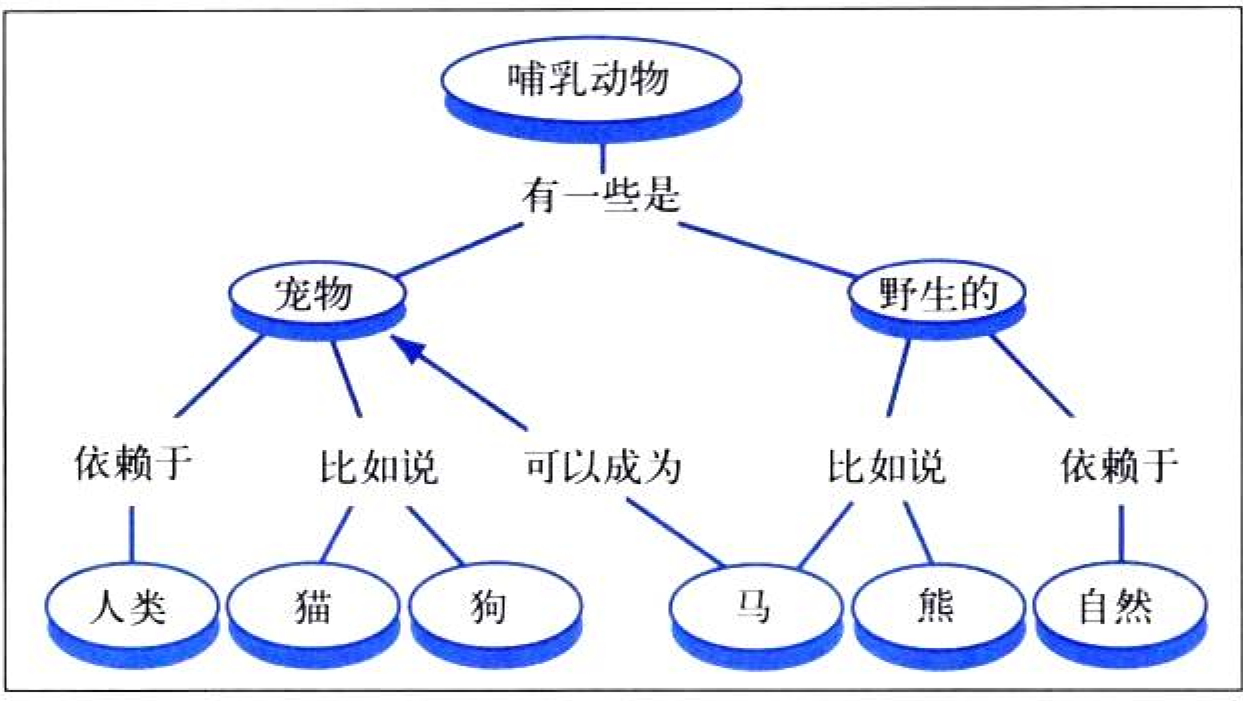
解决问题

解决问题 (problem solving) 就是运用各种理性思维的技巧来解决事情或决定行动的技能。有一些问题简单而直接，比如把分数转化为小数。另一些问题更为复杂，比如弄清计算机为什么不能正常运行。解决某些问题可以用尝试法，即先尝试一种解决方案，如果不行，再试另一种。还有一些有用的解决策略，包括建立模型、和同伴一起商讨可行的办法等。

信息处理

在读这本书时，你怎么能够清楚地了解其中包含的全部信息呢？下面就介绍一些处理信息的实用工具。这是一些图表，它们能使你对某个主题产生一个形象的概念，并明了其中一些重要概念之间的关系。

概念图



概念图在对一些概念较多的主题进行整理时是十分有用的。它从总的概念出发，逐步展开，显示出大概念是如何被分解成一个个小概念的。这样整理之后，各个概念之间的关系就更清晰易懂了。

概念图是由写在圆圈中的概念(通常是名词)和连接它们的联系词构成的。最具概括性的概念常常位于图的顶端，越往下，概念的范围就越小。写在两个圆圈连线上的连接词通常用来描述两者之间的关系。一般要求在从上向下把概念——连接词——概念连起来时，读上去应该就像一句句子。

有些概念图还会用连接词来连接位于不同分支上的两个概念。这称为交叉连接。交叉连接显示了概念之间更为复杂的内在联系。

比较／对比表

比较／对比表是比较两种以上事物的异同点时很有用的工具。它能提供一个有序的框架，根据你所需要了解的特性对事物进行比较。

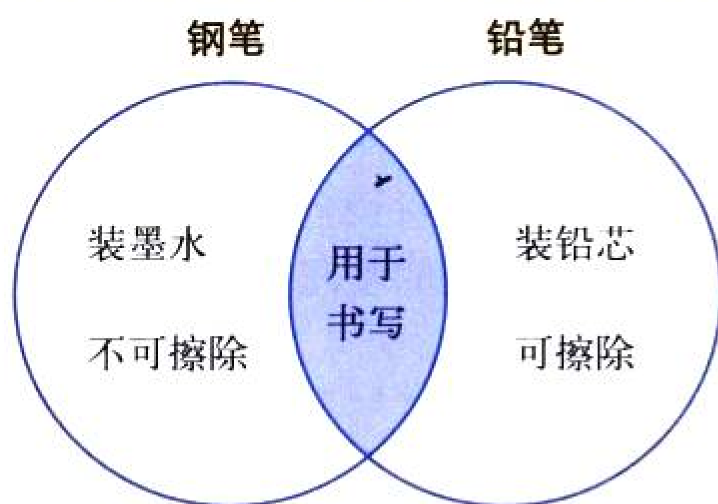
建立比较／对比表时，首先把要比较的事物列在表格的顶端。然后，把作比较所依据的特性列在左侧的一栏中。最后，把每件事物关于各个特性的信息填入相应的格子里。

特　性	棒　球	篮　球
队员人数	9	5
场地	棒球场(正方形)	篮球场(长方形)
设施装备	球棒，棒球，棒球手套	篮球架，篮球

维恩图

维恩图是另一种用于显示事物异同点的方法。它由两个或两个以上互相部分重合的圆组成。每一个圆代表一个特定的概念或观点。概念之间的共同特征(相似点)写在两个圆重叠的区域内，独有的特征(不同点)则写在相应圆中重叠区域以外的部分。

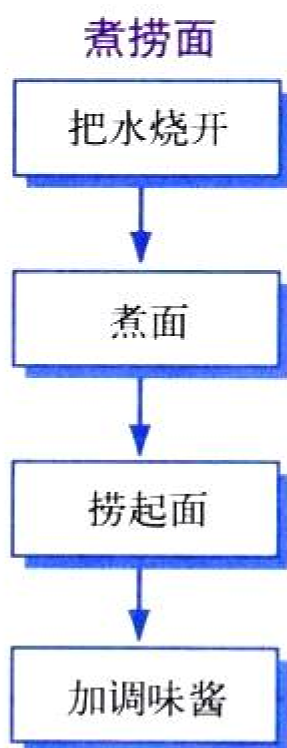
建立维恩图时，首先画两个部分重合的圆。在每一个圆的上方注明它代表的事物。独有的特征写在重叠区以外，而共同的特征写在重叠区内。



流程图

流程图能够帮助你理解某组事件是按照怎样的顺序发生的。它能有效地概括出某一过程的各个阶段，或某一程序的各个步骤。

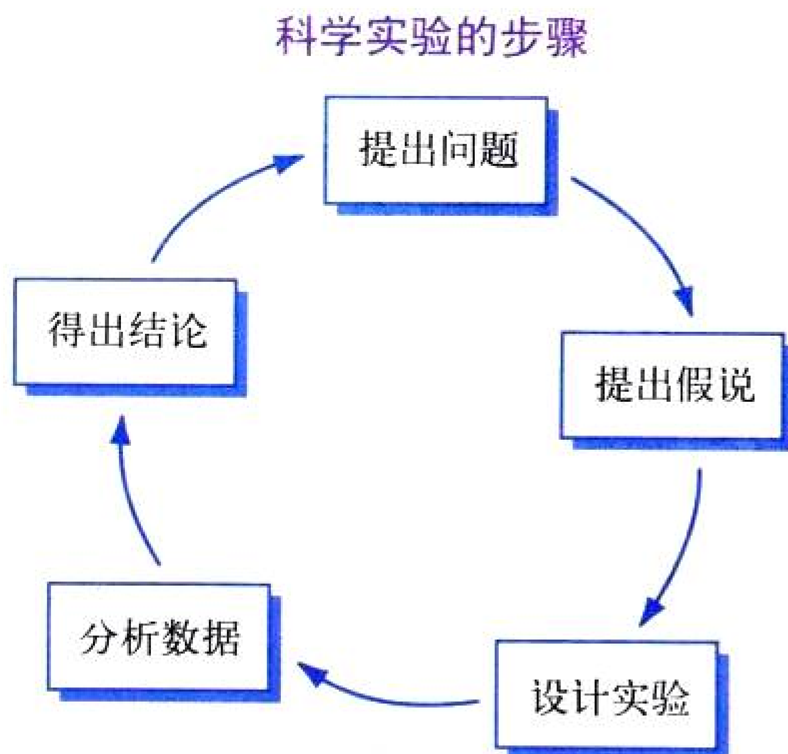
建立流程图时，首先把每个事件简要地写在方框中。然后把最先发生的事件排在最上方，第二发生的事件排在其次，依此类推。最后，把各个事件依次用箭头连接起来。



循环图

循环图用来表示一系列连续循环发生的事件。连续就是指没有终点，因为当最后一个事件结束时，第一个事件又重新开始了。就像流程图一样，循环图也能帮你理解事件的先后顺序。

建立循环图时，首先把每个事件简要地写在方框中。把一个事件排在纸顶部的中间。然后，沿着一个假想圆圈的顺时针方向，按时间顺序依次排列各个事件。最后，把事件依次用箭头连起来形成一个连续的圆圈。



绘制图表

怎样才能使科学实验得到的数据变得有用？第一步就是要对数据进行整理，以便更好地理解它们的含义。图表就是这样一种有用的整理数据的工具。

记录表

在实验准备中，除了要收集好所需的材料以外，还必须设计好用什么方式来记录实验中将会发生的事情。创建一张记录表能帮助你有序地记录观察和测量结果。

例如，某位科学家要进行一项实验，来了解不同体重的人在做各种活动时会消耗多少热量。右边这张记录表就记录了他的结果。

30 分钟活动所消耗的热量(单位：焦)

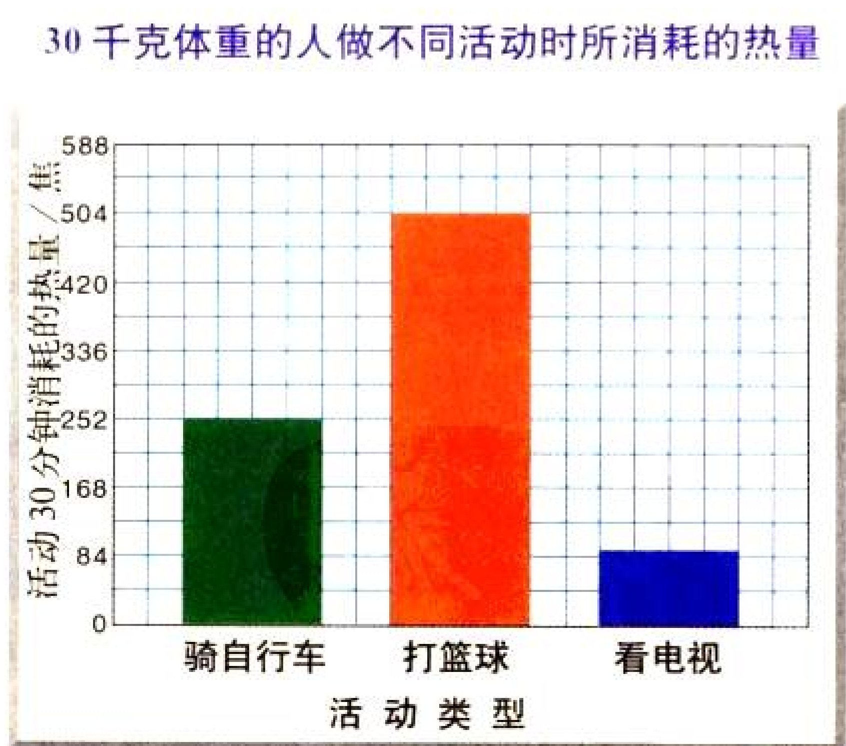
体重／千克	实验 1: 骑自行车	实验 2: 打篮球	实验 3: 看电视
30	252	504	88
40	323	689	113
50	399	865	139
60	479	1 042	160

注意在这张记录表中，第一列是自变量(体重)，第二列至第四列分别是实验1到实验3的因变量(对于实验1，就是骑自行车时消耗的热量)。

柱形图

比较一个人在做不同活动时所消耗的热量差异可以用柱形图。柱形图用于显示一组不同项目的数据。在这个例子中，骑自行车、打篮球和看电视就是三个独立的项目。

30 千克体重的人做不同活动时所消耗的热量



建立柱形图时应遵循以下步骤:

1. 在作图纸上画一条水平线(x 轴)和一条垂直线(y 轴)。

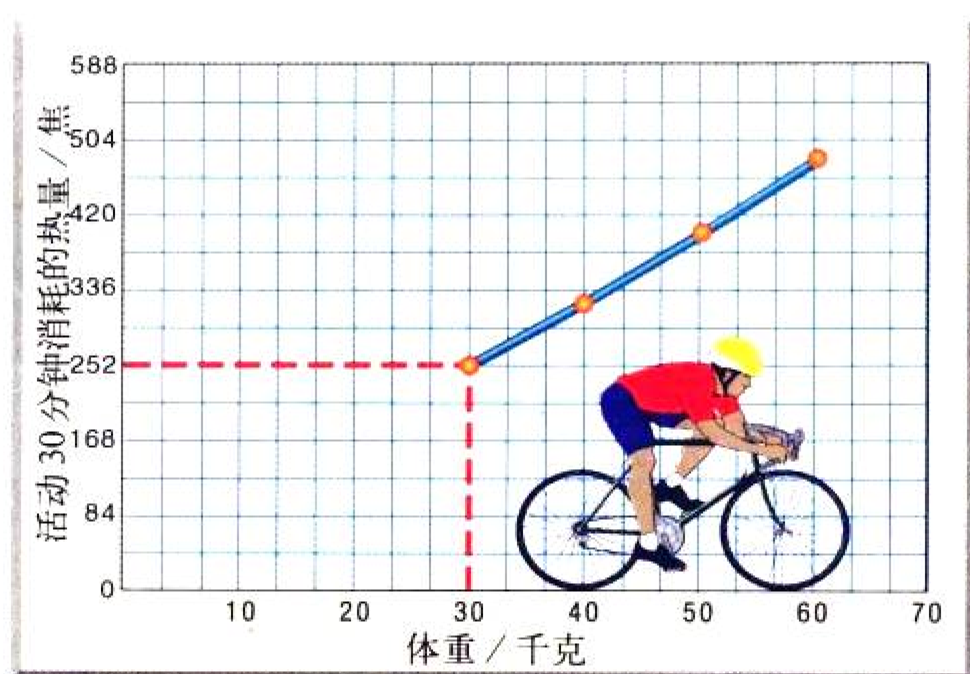
2. 沿x轴列出要作图的各个项目的名称，然后写上x轴的总称。

3. 给y轴写上应变量的名称，并注明单位。然后在y轴上标出刻度，注意单位数值的间距要相同，y轴数值范围要能包含所有的实验数据。

4. 给每一项画一个直条，以y轴上的刻度来决定所画直条的高度。例如，对骑自行车这项而言，就画一个和y轴上标有252焦刻度等高的直条。所有的直条宽度要相同，间距也要相等。

5. 最后给柱形图加上标题。

折线图



你可以用折线图来分析骑车时体重和消耗热量之间是否存在着联系。折线图能用来显示某一变量(因变量)是如何随着另一变量(自变量)而变化的。当调节变量是连续性数据时，才能用折线图。所谓连续性数据，就是除了你所测量的点以外还存在其他的点。比如体重就是连续性数据，因为在30千克和40千克之间还有其他的体重值(如31千克)。还有时间也是连续性数据。

折线图是一种十分有用的工具，因为它还能用来预测一些实验中没有测量的数值。例如，可以用这张折线图来估计出，35千克重的人骑车时会消耗286焦的热量。

建立折线图时应该遵循以下步骤：

1. 在方格纸上画一条水平线(x轴)和一条垂直线(y轴)。

2. 给x轴标上自变量的名称，给y轴标上因变量的名称，并分别注明单位。

3. 然后在两条轴上分别标出刻度，注意单位数值的间距要相同，数值范围要能包含所有的实验数据。

4. 把每一个数据在图中所对应的点标出来。上图中的虚线显示出第一个数据点(30千克和252焦)的定位方法。首先经过水平轴上30千克那一点画一条假想的垂直线，再经过垂直轴上252焦那一点画一条假想的水平线。两条线的交点就是要找的数据点。

5. 用实线连结各个数据点。在某些情况下，可能需要画一条能反映数据的总趋势的直线，这条线应处于所有点的中间，使线上下方的点大致相同。

6. 最后给折线图加一个合适的标题，说明图中的变量及其关系。

活动

根据记录表中实验2、3的结果各画一张折线图。

活动

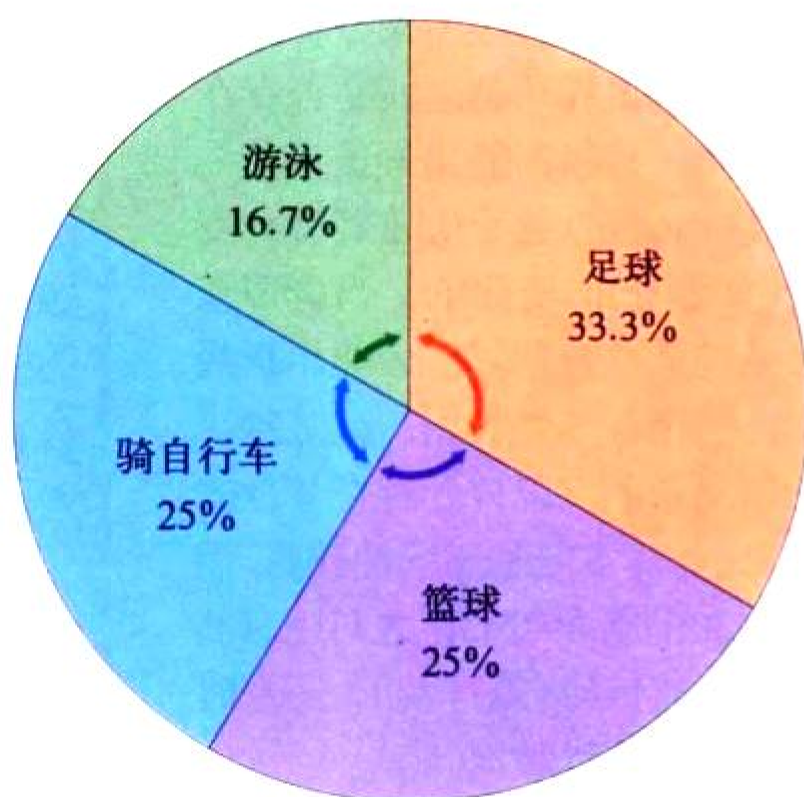
报纸上有这样的消息：本地区6月份的总降水量为4厘米，7月份为2.5厘米，8月份为1.5厘米。你认为该用哪种图表来显示这些数据？自己动手在作图纸上把它画出来。

扇形图

像柱形图一样，扇形图也用来表示一组不同项目的数据。但和柱形图不同的是，扇形图只在各个项目的数据总和等于某一整体时才能使用。扇形图有时候也被称为饼图，因为它看上去像一个分成若干小块的饼。圆圈代表了整体，而各个小块则代表不同的项目。每一块的大小能显示出这个项目在整体中所占的百分比。

下面的记录表显示了一次调查活动的统计结果。这次调研向24名青少年了解什么是他们最喜欢的运动，然后用得到的数据创建了右边的扇形图。

青少年喜爱的运动



最喜爱的运动

运动	人数
足球	8
篮球	6
骑自行车	6
游泳	4

制作扇形图时应该遵循以下步骤：

1. 用圆规画一个圆，并标出圆心。然后从圆心竖直向上到圆周画一条直线。

2. 用下面公式来计算每一块"饼"的圆心角度数x(注：一个圆的圆心角度数是360)。例如，要算出"足球"这一块的圆心角可以用以下公式：

$$\frac{\text{喜欢足球的学生数}}{\text{学生总数}} = \frac{x}{\text{整个圆的圆心角度数}}$$

$$\frac{8}{24} = \frac{x}{360}$$

用交叉相乘法解出x。

$$24x = 8 \times 360$$

$$x = 120$$

所以"足球"这一块的圆心角度是120度。

3. 以刚才画的线为角的一边，以圆心为角的顶点，用量角器量出第一块"饼"的角度。然后画出角的另一边。

4. 按照这一方法继续画出其他的几块饼，测量角度时都从上一块的边开始，这样可以避免各个小块互相重叠。最后完成扇形图时，整个圆都应该被填满。

5. 然后计算每一块占整体的百分比。计算时，把每一块的圆心角度数除以整个圆的圆心角度数(360)，再乘以100%，就得到你所要的百分数。例如"足球"这一块可以这样计算：

$$\frac{120}{360} \times 100\% = 33.3\%$$

6. 再给每一块涂上不同的颜色，并标出它所代表项目的名称和所占的百分比。

7. 最后给扇形图加上标题。

活动

假设一个班级有28个人，12人乘车上学，10人步行，另6人骑自行车。试创建一张扇形图来显示这些数据。

实验室安全守则

警示性符号

下面这些符号会向你警示实验室中的潜在危险，并提醒你要小心操作。



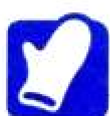
护目镜 在使用化学药品、燃烧或加热，或在一些有可能打碎玻璃器皿的实验中应该带好护目镜来保护眼睛。



实验服 应该穿好实验服，以避免你的皮肤和衣物受到损伤。



易碎 表示你要用到某些易碎的物品，比如玻璃容器、试管、温度计或漏斗等。使用易碎物品时要格外小心，不要碰玻璃碎片。



隔热手套 表示要使用隔热手套或其他护手用具来拿取很烫的物体。热电炉、热玻璃器皿或者热水会导致烫伤。切勿直接用手触摸烫的物体。



加热 表示可以用夹子或钳子拿取烫的玻璃器皿，切勿用手直接触摸。



锐器 尖头剪刀、解剖刀、小刀、针、别针以及大头针都属于尖锐物体，容易割破或刺伤皮肤。不要把它们的尖端或者刀刃朝向自己和他人。严格按照实验要求来使用锐器。



电击 表示要避免可能遭到电击的情况。不要在水旁使用电器，也不要在电器或者手潮湿时使用。确定电线已经正确连接，并且不会绊倒别人。电器不用时要断开它的电源。



腐蚀性化学药品 表示你将会用到酸或其他腐蚀性的化学药品。尽量避免让它溅到皮肤、衣服上，或者眼睛里。不要吸入挥发出的气体。实验完毕后要洗手。



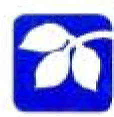
有毒物品 不要让任何有毒的化学品接触到皮肤，也不要吸入它所挥发出的气体。实验完毕后要洗手。



身体安全 如果有些实验需要你做一些运动，注意避免伤害自己和他人。所有活动都要在老师的指导下进行。如果有任何理由使你无法参加此项活动，一定要向老师提出。



动物安全 在对活动物进行操作时，要尽量当心，避免伤害到动物或你自己。处理动物标本或动物脏器时也要小心。实验结束后要洗手。



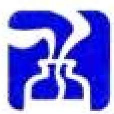
植物安全 在实验室或野外处理植物时，要遵从老师的指导。如果你对某种植物过敏，那么在做相应的实验之前要告诉老师。避免接触那些有害的植物，如毒常春藤、毒橡树、毒漆树，以及带荆棘的植物。实验结束后要洗手。



燃烧 表示你可能会通过煤气灯、蜡烛或火柴来使用火。把头发束紧，整理好衣服，避免被烧到。听从老师的指导来点燃或熄灭火。



禁火 表示周围可能存在易燃物品，注意不要有任何明火以及敞开的加热源。



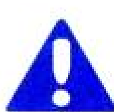
气体 当实验中有可能产生有毒或者不良气体时，一定要在通风的环境下操作。避免直接吸入气体。只有当老师要求你闻某种气味时，才用招气入鼻法(用手把气体朝鼻子的方向扇)去闻。



废弃物处理 实验中用到的化学品和其他实验材料在废弃前要经过安全处理。根据老师的要求把它们放到指定位置。



洗手 结束实验后，要用抗菌肥皂彻底洗手，包括手背和手指间，最后用温水冲洗干净。



常用安全提醒 你以前可能看到过这个符号，它的意思是提醒注意，应该按符号后面的要求去做。

在本书中，当要求你设计实验时，也常出现这个符号，这是要你必须先征得老师同意后，才能进行实验。

实验室安全守则

为了帮助你了解如何在实验室中安全地进行实验操作，请阅读下列安全规定。要反复仔细地阅读这些规定，直到确信自己已完全理解并能遵守为止。如果有不懂的地方，可以请教老师。

穿着规定

1. 当使用化学物品、煤气灯、玻璃器皿或者其他可能伤害眼睛的物体时，一定要戴上护目镜保护眼睛。如果你带了隐性眼镜，要向老师说明。

2. 当使用腐蚀性化学药品或者会染色的试剂时，要穿上实验用围裙或外套。

3. 把长发扎在脑后，避免碰到化学品、火焰或仪器。

4. 如果衣服的饰件或者首饰太长，垂下来时会碰到化学品、火焰或者仪器，请系紧或者摘除。把过长的衣袖卷起来，或用袖带固定。

5. 不能穿凉鞋或者拖鞋。

一般注意事项

6. 在开始实验以前，把步骤反复阅读几遍。注意遵守所有书面的和口头的提示。如果对实验的任何部分还有疑问，要向老师寻求帮助。

7. 不能未经老师分配任务或许可就开始进行实验。做自己设计的实验也要经过同意，在没有获得允许之前不准随意使用任何仪器。

8. 没有老师监督时不准进行任何实验。

9. 不准在实验室里吃东西或喝饮料。

10. 随时保持工作台的干净整洁。只能把笔记本、实验手册、实验记录本带进工作区。其他物品如钱包、背包都要放在指定地点。

11. 不得在实验室中喧闹。

急救

12. 在实验室中发生的事故或者伤害，不论多么小，都要向老师报告。如果发现着火要立即告诉老师。

13. 应学会处理发生的特殊意外。例如，酸溅入眼睛或弄到皮肤上时，应该立即用大量的水冲洗。

14. 要知道急救箱放置的地点，但是不要擅自使用。发生伤害时应该由老师来实施急救。老师也可以把你送到学校医务室，或者叫医生来。

15. 了解急救设施(如灭火器、灭火毯)的位置，并知道如何使用。

16. 熟悉最近的电话位置，并知道发生意外时该与谁联系。

加热及用火安全

17. 不要在未佩戴护目镜前使用蜡烛、酒精灯、电炉等热源。

18. 不要随便加热物体，因为常温下无害的化学品可能会在加热时造成危险(除老师要求)。

19. 所有易燃物品都应该远离火源。在易燃的化学药品旁切勿使用明火。

20. 不要把手伸入火中。

21. 使用酒精灯前，确信你已经知道如何像老师示范的那样正确点燃和调节火焰。不要用手直接碰煤气灯，因为它可能很烫。在无人看管时必须熄灭酒精灯。

22. 加热时化学药品可能会从试管中溅出，所以用试管加热物质时，试管口切勿朝向自己或他人。

23. 不要给密闭容器内的液体加热。因为急速膨胀的气体可能会使容器爆炸。

24. 取下一个加热过的容器前，可以先用手背凑近它，试试温度。如果手背感到灼热，说明容器还太烫，因此不能直接用手拿。这时可以戴隔热手套来拿。

化学药品的使用安全

25. 千万不可因为“好玩”而随意把化学药品混合。这样做可能容易产生引起爆炸的危险物质。

26. 不要把脸凑近装有化学药品的容器开口。不要摸、尝、闻某种化学品，除非老师要求你这样做。因为许多化学物质是有毒的。

27. 只使用实验所需的化学药品。取药品时要核对试剂瓶上的标签。要按所需的药品量来称取。用完后盖好瓶塞或瓶盖。

28. 根据老师的指导处理用过的化学药品。为防止污染，不要把取出药品放入原来的瓶中。不要随意把化学品倒进水槽或废物箱里。

29. 处理酸和碱时尤其要小心。把它们倒在水槽或指定的容器中，注意不要溅到实验台上。

30. 如果要求你辨别气味，要用招气入鼻法，切勿凑到容器开口上方直接闻。

31. 当把酸和水混和时，注意要先把水倒入容器，然后再缓慢地把酸加入水中。千万不要把水倒入酸里。

32. 在实验室中要特别注意，不要把物品洒到外面。如果有化学试剂溅出来要立即用大量的水冲洗。如果酸溅到皮肤或者衣服上必须马上用大量的水冲洗，同时向老师报告是否还有其他的地方被溅到。

玻璃器皿的使用安全

33. 不要将玻璃管或温度计强行塞入橡皮塞或者橡皮管中。如果实验需要，可以让老师帮助把玻璃管或者温度计塞好。

34. 在用煤气灯加热时，使用石棉网来避免玻璃器皿与火焰直接接触。不要加热外表还不完全干燥的玻璃器皿。

35. 要记住，烫的玻璃器皿看上去就和冷的一样。千万不要在没有试过温度之前贸然用手去拿。必要时使用隔热手套。参见第 24 条规定。

36. 不要使用已经破裂或有缺口的玻璃器皿。如果发现玻璃器皿有损坏，要向老师报告，然后把它扔到指定的回收箱中。

37. 不要用实验室的玻璃器皿装食物。

38. 归还玻璃器皿之前要彻底洗干净器皿。

锐器的使用

39. 使用解剖刀或其他尖锐物品时要特别小心。切东西的时候刀口不要朝向自己。

40. 如果在实验室里划破了皮肤要马上向老师汇报。

动植物安全

41. 不准进行会引起哺乳动物、鸟类、爬行动物、鱼类和两栖动物痛苦、不适或伤害的实验。这个原则在家里和在学校都同样适用。

42. 只有绝对必要时才使用动物进行实验。老师会指导你如何处理带入实验室的每一种动物。

43. 如果你知道自己对某种植物、霉菌或动物过敏，那么在相应的实验开始之前就要向老师说明。

44. 在野外工作时，要穿好长袖衣服、长裤、袜子和鞋子，以保护自己的皮肤少受伤害。要学会辨认当地有毒的植物、真菌以及带刺的植物，尽量避免接触它们。

45. 不要吃任何不认识的植物和真菌。

46. 接触过动物或者饲养动物的笼子之后要彻底洗手。如果实验涉及动物脏器、植物、泥土，结束后也要洗手。

实验结束规定

47. 实验完成后，把工作台整理干净，所有仪器归还到指定位置。

48. 按老师的要求处理废物。

49. 每一次实验结束都要洗手。

50. 所有的加热器和电炉不用时都应关上。拔掉电炉等电器的插头；如果使用的是煤气灯，要检查煤气管道的开关是否关闭。

索引

K

L

M

N

P

Q

R

S

T

W

X

Y

Z

致 谢

Illustration

John Edwards&Associates: 68-69, 72, 81, 88t, 142, 149, 188, 189
GeoSystems Global Corporation: 29
Andrea Golden: 10, 194
Martucci Design: 24, 38, 79, 96
Matt Mayerchak: 40, 102, 164, 192
Morgan Cain&Associates: 60, 71, 75, 80, 84, 87, 88b, 91, 94, 100, 103, 111, 120, 121, 126, 127, 137, 168, 169, 173, 176, 182, 183, 186, 190, 193 195, 196
Ortelius Design Inc: 30-31, 124-125
Matthew Pippin: 156
Rob Schuster: 99
J/B Woolsey Associates: 11, 13, 41, 59, 65, 89, 99 insets

Photography

Photo Research Sue McDermott
Cover image Wikimedia commons

Nature of Science

Page 10, Brian Smale/Discover Magazine; **11,** iStockphoto; **12,** Brian Smale/ Discover Magazine; **12 inset,** iStockphoto.

Chapter 1

Pages14-15, Frans Lanting/Minden Pictures; **16t,** Richard Haynes; **16bl,** Fotolia; **16br,** iStockphoto; **17t,** D.Roundtree/The Image Bank; **17b,** Steve Maslowshi/ Photo Researchers; **18,** NASA; **19l,** In-house; **19r,** Robert Maier/Animals Animals; **20,** iStockphoto; **21,** John Kelly/The Image Bank; **22,** Wikimedia commons; **23t,** Topham/The Image Works; **23b,** David Barnes/The Stock Market; **24,** Marc Romanelli/The Image Bank; **25,** A.T.Willet/The Image Bank; **27,** Richard Haynes; *28t,* Russ Lappa; **28b,** Image Makers/TheImage Bank; **31,** Richard Haynes; **32,** Richard Haynes; **33,** Lou Jones/The Image Bank; **34t,** Richard Haynes; **34b,** CNSphoto; **35l,** Tracy Frankel/The Image Bank; **35m,** Tim DeFrisco/Allsport; **35r,** Yann Guichaoua/Agence Vandystadt/Allsport; **36t,** Addison Geary/Stock Boston; **36 inset,** Corel Corp.; **37,** Corel Corp.; **39t,** Robert Maier/Animals Animals; **39b,** Mike Agliolo/International Stock.

Chapter 2

Pages 42-43, David Stoeckleion/The Stock Market; **44t,** Russ Lappa; **44bl,** Dreamstime; **44br,** Dreamstime; **45,** Fotolia; **46,** Elisabeth Weiland/Photo Reser\archers; **47all,** Richard Haynes; **48,** Bilderberg/The Stock Market; **49t,** Russ Lappa; **49b,51,52,** Richard Haynes; **54,** Richard Haynes; **55,** Russ Lappa; **56t,** Jan Hinsch/Science Photo Library/Photo Researchers; **56b,** B&C Alexander/ Photo Researchers; **57tl,** The Photo Works/Photo Researchers; **57tr,** Dreamstime; **57b,** Russ Lappa; **58t,** Jack Novak/Suoerstock; **58bl,** Megna/ Peticolas/Fundamental Photographs; **58br,** Richard Megna/Fundamental Photographs; **61,** NASA; **62,** Richard Haynes; **63,** Ken O'Donaghue; **64t,** Richard Haynes; **64b,** Ed Young/Science Photo Library/Photo Researchers; **65,** Bob Woodward/The Stock Market; **66l,** Syracuse/Dick Blume/The Image Work; **66r,** Michael Devin Daly/The Stock Market; **68,** Russ Lappa; **70t,** Richard Haynes; **70b,** Corel Corp.; **71,** Jeff Hunter/The Image Bank; **73,** Suoerstock.

Chapter 3

Page 76-77, Panorama stock; **78t,** Richard Haynes; **78bl,** Chlaus Lotscher/ Stock Boston; **78 br,** Milton Feinberg/Stock Boston; **82l, 82r,** Richard Megna/ Fundamental Photographs; **83,** Russ Lappa; **84,** Benn Mitchell/The Image Bank; **85,** Russ Lappa; **86t,** Richard Haynes; **86b,** Shutterstock; **89l,** Stuart Westmorland/Phot Researchers; **89 inset,** Andrew Mertiner/Photo Researchers; **90t,** Russ Lappa; **90b,** Science Photo Library; **91;** Russ Lappa; **93,** Richard Haynes; **94,** Russ Lappa; **95,** Runk/Schoenberger/Grant Heilman Photography, Inc.; **97t,** Richard Haynes; **97b,** Mercury Archives/The Image Bank; **95t,** Richard Haynes; **98b,** Patti McConvile/The Image Bank; **100t,** Russ Lappa; **100b,** Richard Haynes; **101tl,** Chlaus Lotscher/ Stock Boston; **101tr,** Milton Feiberg/ Stock Boston; **101b,** Mercury Archives/The Image Bank.

Chapter 4

Pages 104-105, Shutterstock; **106all,** Richard Haynes; **107t,** Fotolia; **107b,** Science Photo Library; **109,** Stephen McBrady/Photo Edit; **110t,** Richard Haynes; **110b,** Skjold/Photo Edit; **111,** Skjold/Photo Edit; **112,** Siegfried Tauquer/ Leo De Wys; **113t,** David Young-Wolff/Photo Edit; **113b,** Richard Haynes; **114,** Russ Lappa; **117,** Richard Haynes; **118t,** Richard Haynes;118b,Russ Lappa; *119,* John Akhtar/Vivid Images Phtg., Inc; **120t,** Tony Freeman/Photo Edit; **120b,121,** Russ Lappa; **122t,** Corbis; **123t,** Russ Lappa; **123l,** Jerry Wachter/ Photo Researchers; **123r,** iStockphoto; **124t,** Sylvain Grandadam/Tony Stone Images; **124b,** Fotolia; **125t,** CNSphoto; **125r,** G.B.Archives/Sygma; **126,** John Elk/Stock Boston; **130,** iStockphoto; **131,** Richard Haynes; **132,** Russ Lappa; **133all,** Richard Haynes; **134t,** Ken Karp; **134m, b,** Richard Haynes; **135,** Tony Freeman/Photo Edit.

Chapter 5

Pages138-139, Chris Rogers/The Stock Market; **140t,** Richard Haynes; **140b,** Charles Doswell III/Tony Stone Images; **141,** Zigy Kaluzny/Tony Stone Images; **143,** Dreamstime; **144l,** John Shaw/Tom Stack&Associates; **144m,** Paul Silverman/Fundamental Photographs; **144r,** Daniel Cox/Allstock/PNI; **144-145,** James Balog/Tony Stone Images; **145t,** William L.Wantland/Tom Stack & Associates; **145b,** Panorama Stock; **146,147,148t,** Richard Haynes; **148b,** Wikimedia commons; **150t,** Dr. Harold E. Edgerton/The Harold E.Edgerton 1992 Trust; **150b,** Jon Chomitz; **151l,** Richard Megna/Fundamental Photographs; **151r,** Russ Lappa; **152,** "Waterfall" by M.C.Escher,@1998,Cordon Art-Baarn-Holland,All Rights Reserved; **153,** Courtesy of the Archives,California Institute of Technology; **154t,** Russ Lappa; **154b**, Ludek Pesek/Photo Researchers; **155,** Bryan Peterson/The Stock Market; **158**, Russ Lappa; **159,** Bill Bachmann/Photo Researchers; **161,** Richard Haynes **163b,** Science Photo Library; **165,** Globus,Holway & Lobel/The Stock Market.

Chapter 6

Pages 166-167, Alfred Pasieka/Peter Arnold; **168,170,171t,** Russ Lappa; **171b,** Panorama Stock; **172,** Stephen L.Saks/Photo Researchers; **173,** Ken O'Donaghue; **174t,** Shutterstock; **174b,** Richard Haynes; **175l,** Dreamstime; **175r,** Gay Bumgamer/TSI; **177,** Mike Mazzaschi/Stock Boston; **179,** Richard Haynes; **180,** Andy Sacks/TSI; **181t,** Richard Haynes; **181b,** Wayne Eastrp/ TSI; **182tl,** Runk/Schoenberger/Grant Heilman Photography; **182tr,** Fotolia; **182bl,** Jan Halaska/Photo Researchers; **184,** iStockphoto; **185,** Richard Choy/ Peter Arnold,Inc.; **187t,** Richard Haynes; **187b,** Shutterstock; **189,** Xenophon A.Beake/The Stock Market; **191,** Wayne Lynch/DRK photo.

Interdisciplinary Exploration

Page 194t, IFA/Peter Arnold; **194-195m,** iStockphoto; **194-195b,** iStockphoto; **196-197,** Bob Kramer/Stock Boston; **197t,** Joseph Pobereskin/TSI; **197b,** Richard Haynes; **198tl,198b,** Corbis-Bettmann; **198tm, 198tr,** The Granger Collection,NY; **199,** Corbis-Bettmann; **200-201,** Richard Weiss/Peter Arnold.

Skills Handbook

Page 202, Mike Moreland/Photo Network; **203t,** Foodpix; **203m,** Richard Haynes; **203b,** Russ Lappa; **206,** Richard Haynes; **208,** Ron Kimball; **209,** Renee Lynn/Photo Researchers